

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุม
ไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) และผลกระทบต่อคุณภาพอาหารสัตว์

EFFECTIVENESS OF PLANT ESSENTIAL OILS IN CONTROLLING
THE MOLD MITE (*TYROPHAGUS* SP.) AND THEIR DESTRUCTION
TO ANIMAL FEED QUALITY

อัจฉิมา นุชโพธิ์

ATJIMA NUCHPO

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AG-M-065-191

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุม
ไรเซอรา (*Tyrophagus* sp.) และผลกระทบต่อคุณภาพอาหารสัตว์

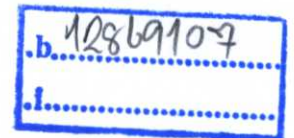
EFFECTIVENESS OF PLANT ESSENTIAL OILS IN CONTROLLING
THE MOLD MITE (*TYROPHAGUS* SP.) AND THEIR DESTRUCTION
TO ANIMAL FEED QUALITY



อัจจิมา นุชโพธิ์

ATJIMA NUCHPO

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **148285**
รับเดือนปี 24 ต.ค. 2560



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AG-M-065-191

**EFFECTIVENESS OF PLANT ESSENTIAL OILS IN CONTROLLING
THE MOLD MITE (*TYROPHAGUS* SP.) AND DESTRUCTION TO
ANIMAL FEED QUALITY**

ATJIMA NUCHPO

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2015

KMITL-2015-AG-M-065-191

COPYRIGHT 2015

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุมไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) และผลกระทบต่อคุณภาพอาหารสัตว์
Effectiveness of Plant Essential Oils in Controlling the Mold Mite (*Tyrophagus* sp.) and Destruction to Animal Feed Quality

นักศึกษา นางสาวอัจฉิมา นุชโพธิ์

รหัสประจำตัว 56604026

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.อำมร อินทร์สังข์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ธีรวัฒน์	ศรุตโยภาส	
รศ.ดร.นพ.เผด็จ	สิริยะเสถียร	
รศ.ดร.วรเดช	จันทรส	
ผศ.ดร.พรหมมาศ	อุฬากาญจน์	
ผศ.ดร.อำมร	อินทร์สังข์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 10 กรกฎาคม 2558

สถานที่สอบ ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการเกษตร (ชั้น 1 ตึกบุญนาค L)

คณบดีรับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล แก่นมณี)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 15 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2558

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุมไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.) และผลกระทบต่อคุณภาพอาหารสัตว์
นักศึกษา	นางสาวอัจฉิมา นุชโพธิ์
รหัสประจำตัว	56604026
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2558
อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. อัมร อินทร์สังข์

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 9 ชนิด ได้แก่ กานพลู (*Syzygium aromaticum* Linn.) อบเชย (*Cinnamomun bejolghotha* (Buch.-Ham.)) ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle) พไถ (*Zingiber cassumunar* Roxb) ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) ข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus* Stapf.) พลุ (*Piper betle* Linn.) และว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) ต่อตัวเต็มวัยของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรมทดสอบในเครื่อง knockdown chamber ขนาด 25 L ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 $\mu\text{L}/\text{Lair}$ และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง ส่วนการทดสอบโดยวิธีการสัมผัส ทดสอบในหลอดแก้วปลายเปิดซึ่งปิดด้วยกระดาษกรองทั้ง 2 ข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 cm ยาว 3 cm ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol) 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 และ 0.10 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ตรวจนับอัตราการตายที่เวลา 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชยและขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อรา โดยวิธีการรมได้มากกว่า 90% โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.625, 0.707 และ 0.66 $\mu\text{L}/\text{Lair}$ ตามลำดับ และพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน สามารถฆ่าไรเชื้อราได้โดยวิธีการสัมผัสได้ 100% รองลงมาคือกานพลูและอบเชย โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.04, 1.213 และ 1.213 $\mu\text{L}/\text{L air}$ ตามลำดับ

การศึกษาคุณภาพของอาหารสัตว์หลังจากการเข้าทำลายของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ปริมาตร 5 ml/ อาหาร 1 kg และการใช้กรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มลาคีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิโอนิก) 1 g/อาหาร 1 kg และทำการรม 24 ชั่วโมง จากนั้นตรวจนับไรเชื้อราทุกๆ 15 วัน ในอาหารไก่ และปลายข้าว พบว่าการใช้กรดธรรมชาติ มีจำนวนไรเชื้อราน้อยที่สุด โดยมีจำนวนไรเชื้อราเฉลี่ย 185.13 ± 74.76 ตัว/อาหาร 1 kg รองลงมาคือการใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และการใช้น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย มีไรเฉลี่ย 278.44 ± 45.92 และ 304 ± 78.9 ตัว/อาหาร 1 kg ตามลำดับ ในส่วนของปลายข้าว ระยะที่ 30 วัน พบว่า การใช้กรดธรรมชาติ มีจำนวนไรเชื้อราน้อยที่สุด โดยมีจำนวนไรเฉลี่ย 1.78 ± 1.28 ตัว/อาหาร

1 kg รองลงมาคือ การฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และการใช้น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย โดยมีไร่เชื้อราเฉลี่ย 3.07 ± 1.67 และ 3.53 ± 2.06 ตัว/อาหาร 1 kg

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารไก่ และปลายข้าวทางเคมีหลังจากการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มลิกไฮดร้ร่วมกับกรดโพธิโอนิก) โดยคุณค่าทางเคมีที่ตรวจวิเคราะห์คือ วัตถุแห้ง, ไขมัน, เถ้า, พลังงาน, เยื่อใย และ โปรตีน ของอาหารไก่ พบว่า การฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู มีปริมาณวัตถุแห้งสูงที่สุดคือ 88.9% การฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย มีปริมาณไขมัน เยื่อใย โปรตีน และพลังงาน สูงที่สุดคือ 2.3, 4.1, 24.4% และ 4,266.1 Kgcal/kg ตามลำดับ และการใช้กรดธรรมชาติ มีปริมาณเถ้าสูงสุด คือ 7% ในส่วนของปลายข้าวคุณค่าทางเคมีที่วิเคราะห์ คือ วัตถุแห้ง โปรตีน และพลังงาน พบว่า การฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย มีปริมาณวัตถุแห้ง และ โปรตีน สูงที่สุดคือ 87.39% และ 8.06% ตามลำดับ และการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู มีพลังงานสูงที่สุดคือ 4,167.05 Kgcal/kg ซึ่งโดยทั่วไปการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชไม่ได้มีผลกระทบต่อคุณภาพอาหารสัตว์

Thesis	Effectiveness of Plant Essential Oils in Controlling the Mold Mite (<i>Tyrophagus</i> sp.) and Destruction to Animal Feed Quality
Student	Miss Atjima Nuchpo
Student ID	56604026
Degree	Master of Science
Program	Agricultural Science
Year	2015
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Ammom Insung

ABSTRACT

The fumigant and residual contact toxicity of the essential oils obtained from 9 selected medicinal plants namely, clove (*Syzygium aromaticum* Linn.), cinnamon (*Cinnamomun bejolghotha* Buch.-Ham), citronella grass (*Cymbopogon nardus* Linn.) Rendle), lemon grass (*Cymbopogon citratus* Stapf.), betel vine (*Piper betle* Linn.), turmeric (*Curcuma longa* Linn.), cassumunar ginger (*Zingiber cassumunar* Roxb.), galanga (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) and mytle grass, (*Acorus calamus* L.) at various concentrations of 0 (95% ethanol), 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 and 1.5 μL air against adult of mold mite (*Tyrophagus* sp.) were investigated. The fumigation was performed by applying those essential oils at mentioned concentrations in 25 L knockdown chamber with 1 hr fumigation time and mortality of mite was observed at 24 hr after treatment. As for the residual contact method, the bioassay was done in a glass tube 0.4 cm in diameter and 3 cm long and covered with filter paper on both ends. The various essential oil concentrations of 0 (95% ethanol), 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ were appiled and mortalities of mite were observed at 12 and 24 hr after treatment. The result showed that clove, cinnamon and turmeric essential oils had a high potent fumigant toxicity against the mold mite. Remarkably, these essential oils gave more than 90% mortality of exposure period of 24 hr at 1.5 μL air and showed the LC_{50} of 0.025, 0.707 and 0.66 μL air, respectively, In addition, turmeric essential oil was also highly toxic against mold mite, showed 100% mortality by residual contact method at the concentration of 0.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, followed by essential oils of clove and cinnamon that showed the LC_{50} values of 0.04, 1.213 and 1.213 μL air, respectively.

The quality of the animal feed and broken-milled rice infested by the mold mite (*Tyrophagus* sp.) was investegated by spraying essential oils of clove, cinnamon at volume of 5 ml /1 kg and formaldehyde and propionic acid at 1 g /1 kg and then kept in plastic bag as making

fumigation for 24 hours. The number of mite was checked every 15 days in animal feed and broken-milled rice. At 30 days, formaldehyde and propionic acid showed a minimal amount of mite as 185.13 ± 74.76 individuals, followed by essential oil of clove and cinnamon showed of 278.44 ± 45.92 and 304 ± 78.90 individuals, respectively. When result of broken-milled rice also showed that formaldehyde and propionic acid gave a minimal amount of mite 1.78 ± 1.28 individuals, followed by essential oil of clove and cinnamon gave 3.07 ± 1.67 , 3.53 ± 2.06 individuals, respectively.

The analysis of the chemical composition of the animal feed and broken-milled rice was evaluated in term of dry matter, fat, ash, gross energy, fiber and crude protein. The result presented that clove essential oil showed the amount of dry matter high as 88.9%. Cinnamon essential oil gave the highest amount of fat, fiber, crude protein and gross energy as 2.3, 4.1, 24.4% and 4,266.1 Kgcal/kg, respectively. Formaldehyde and propionic gave amount of ash 7%. When broken-milled rice was evaluated for only dry matter, gross energy and crude protein. The result presented that cinnamon essential oil showed the amount of dry matter and crude protein high as 87.39 and 8.06%. When clove essential oil showed the amount of gross energy as 4,167.05 Kgcal/kg. In general, these plant essential oils did not showed any effect to the quality of animal feed.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก ผศ.ดร.อำร อินทร์สังข์ ซึ่งเป็นอาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไขปัญหา และข้อบกพร่องต่างๆ ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในด้านต่างๆ ที่สามารถทำให้ข้าพเจ้านำความรู้มาใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ คุณจรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ที่คอยดูแลให้คำปรึกษาชี้แนะตลอดจนการวางแผนการดำเนินงานในการทดลองและอำนวยความสะดวกในทุกเรื่อง ของการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณจรรยา คงฤทธิ์ และคุณณัทชัย วิจิตโรทัย ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ที่คอยให้คำปรึกษาชี้แนะในการดำเนินงานในการทดลอง ของการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณ บิดา มารดา ที่สนับสนุนด้านการศึกษาจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ตลอดจนเป็นกำลังใจในการช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจต่อผู้วิจัยเสมอมา

สุดท้ายนี้คุณประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าต้องขออภัยสำหรับข้อผิดพลาด ณ โอกาสนี้

อัจฉิมา นุชโพธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	X
สารบัญภาคผนวก.....	XI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.).....	4
2.2 น้ำมันหอมระเหย (Essential oil).....	7
2.3 การใช้พืชสมุนไพรที่ใช้ทดสอบกับไรเชื้อรา.....	9
2.4 การใช้พืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช.....	18
2.5 การวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบและอาหารสัตว์.....	20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	22
3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย.....	22
3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	25

สารบัญต่อ

หน้า

3.3 การทดสอบน้ำมันหอมระเหยต่อไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.)	27
3.4 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ และอาหารสัตว์	28
3.5 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ และอาหารสัตว์จากการเข้าทำลายของไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.).....	33
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	35
 บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	36
4.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ต่อไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.)	36
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติต่อไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.) ในวัตถุดิบ และอาหารสัตว์.....	38
4.3 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบและอาหารสัตว์.....	44
 บทที่ 5 วิจัยผลการทดลอง.....	49
5.1 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ต่อไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.) โดยวิธีการรม และวิธีการสัมผัส.....	49
5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติต่อไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.) ในวัตถุดิบ และอาหารสัตว์.....	50
5.3 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบและอาหารสัตว์.....	51
 บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	53
6.1 สรุปผลการวิจัย	53
6.2 ข้อเสนอแนะ	54

สารบัญต่อ

หน้า

บรรณานุกรม.....	55
ภาคผนวก.....	60
ประวัติผู้เขียน	90

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 3.1 พืชสมุนไพร.....	26
ตารางที่ 4.1 เพอร์เซ็นต์การตายของไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.) หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหย จากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้นต่างกัน ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง.....	37
ตารางที่ 4.2 เพอร์เซ็นต์การตายของไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.) หลังการสัมผัสด้วยน้ำมันหอมระเหย จากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้นต่างกัน ตรวจนับอัตราการตายที่ 12 ชั่วโมง.....	37
ตารางที่ 4.3 เพอร์เซ็นต์การตายของไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.) หลังการสัมผัสด้วยน้ำมันหอมระเหย จากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้นต่างกัน ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง.....	38
ตารางที่ 4.4 ปริมาณของไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.) ในอาหารไก่ หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอม ระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ.....	39
ตารางที่ 4.5 ปริมาณของไรตัวห้ำ (<i>Cheyletus</i> sp.) ในอาหารไก่ หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ.....	39
ตารางที่ 4.6 ปริมาณของไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.) ในปลายข้าว หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอม ระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ.....	42
ตารางที่ 4.7 ปริมาณของไรตัวห้ำ (<i>Cheyletus</i> sp.) ในปลายข้าว หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ.....	42
ตารางที่ 4.8 ปริมาณวัตถุแห้งและไขมันในอาหารไก่ หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการ คลุกด้วยกรดธรรมชาติ.....	46
ตารางที่ 4.9 ปริมาณเถ้า และพลังงานของอาหารไก่ หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการ คลุกด้วยกรดธรรมชาติ.....	46
ตารางที่ 4.10 ปริมาณเยื่อใย และ โปรตีน ของอาหารไก่ หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการ คลุกด้วยกรดธรรมชาติ.....	47
ตารางที่ 4.11 ปริมาณวัตถุแห้งของปลายข้าว หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุก ด้วยกรดธรรมชาติ.....	48
ตารางที่ 4.12 ปริมาณพลังงาน ของปลายข้าว หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุก ด้วยกรดธรรมชาติ.....	48
ตารางที่ 4.13 ปริมาณโปรตีนของปลายข้าว หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุก ด้วยกรดธรรมชาติ.....	48

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.).....	5
2.2. กานพลู (<i>Syzygium aromaticum</i> (Linn.)).....	10
2.3. อบเชย (<i>Cinnamomun bejolghotha</i> (Buch.-Ham.) Sweet).....	11
2.4. ตะไคร้หอม (<i>Cymbopogon nardus</i> (Linn.) Rendle	12
2.5. ตะไคร้บ้าน(<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.)Stapf.....	13
2.6. พริก (<i>Piper betle</i>).....	14
2.7. ขมิ้นชัน (<i>Curcuma longa</i>).....	15
2.8 ไพล (<i>Zingiber cassumunar</i>).....	16
2.9 ข่า (<i>Alpinia galanga</i> (L.) Willd.).....	17
2.10 ว่านน้ำ (<i>Acorus calamus</i> L.).....	17
3.1 ขวดเลี้ยงไร (mite bottle) และตู้ควบคุมอุณหภูมิ (mite chamber).....	25
3.2 กรงทดสอบ และเครื่อง Knockdown Chamber.....	27
3.3 หลอดแก้วปลายเปิด และหลอดแก้วปิดด้วยกระดาษกรอง.....	28
3.4 ตู้อบแห้ง (Hot air oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น NANA-103468, โหลดูดความชื้น ถ้วยอลูมิเนียม และเครื่องชั่งน้ำหนัก.....	29
3.5 เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace) และถ้วยกระเบื้อง.....	30
3.6 เครื่องดูดจำกัดไอรก (Scrubber unit) ยี่ห้อ FOSS และเครื่องกลั่นโปรตีน/ไนโตรเจน (Distilling unit) ยี่ห้อ FOSS.....	31
3.7 เครื่องสกัดไขมันแบบ Soxtherm (Fat extraction)ยี่ห้อ Gerhardt.....	32
3.8 เครื่องวิเคราะห์เชื้อใย (Fibertec System) ยี่ห้อ FOSSรุ่น M6.....	32
3.9 เครื่องวิเคราะห์พลังงานในตัวอย่างอาหารสัตว์ (Automatic bomb calorimeter) รุ่น AC-350.....	33
3.10 การฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยในอาหารไก่.....	34
3.11 การฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยในปลายข้าว.....	34
3.12 การคลุกกรดฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิโอนิกในอาหารไก่ และปลายข้าว.....	34
3.13 การรมอุจอาหารไก่ และปลายข้าว.....	35
4.1 จำนวนที่พบไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.) ในอาหารไก่ หลังจากการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย จากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรด โพธิโอนิก).....	40

- 4.2 แสดงจำนวนไรต์ตัวห้า (*Cheyletus* sp.) ในอาหารไก่หลังจากการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย
จากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มลาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก).....40
- 4.3 จำนวนที่พบไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ในปลายข้าว หลังจากการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย
จากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มลาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก).....43
- 4.4 แสดงจำนวนไรต์ตัวห้า (*Cheyletus* sp.)ในปลายข้าว หลังจากการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย
จากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มลาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก).....43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) จัดเป็นสายพันธุ์ที่สำคัญในอันดับ Acaridae เป็นไรศัตรูผลผลิตทางการเกษตรที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากทำลายผลผลิตทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด พบในธรรมชาติมากกว่าไรศัตรูผลผลิตชนิดอื่นๆ มีชื่อเรียกสามัญที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า 'mold mite' เนื่องจากมีรายงานว่า ไรชนิดนี้เป็นศัตรูที่สำคัญของเชื้อราที่เพาะเลี้ยงเพื่อการทดลองในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังพบทำลายเส้นใยของเห็ดที่เจริญอยู่ในอาหาร ร่วนและในวัสดุภายในถุงขณะบ่มเส้นใยอีกด้วย (Griffiths, D.A et.al. 1985) และพบว่าไรชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์ได้บนเชื้อราในสกุล *Eurotium* และ *Penicillium* แต่มีอัตราการเจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์ได้สูงสุดในเชื้อรา *Penicillium cyclopium* จากการสำรวจในปี 2544-2546 พบว่าการแพร่กระจายเข้าทำลายของไรสามารถแพร่กระจายได้ทั้งพืชอาหารและวัตถุดิบอาหารสัตว์ ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งสามารถเข้าทำลายได้เช่นเดียวกับแมลงศัตรูในโรงเก็บ โดยไรเชื้อรา (*Tyrophagus putrescentiae*) ถูกพบอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บรักษาในโรงเก็บ ซึ่งจะเข้าทำลายไขมันและโปรตีนในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และพลอยชมพู กรวิภาสเรือง 2550) นอกจากนี้ อามร (2543) ได้กล่าวว่า ไรในโรงเก็บหรือไรผลผลิตทางการเกษตร (stored product mite หรือ stored food mite) เป็นไรที่ปนเปื้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวสาร ข้าวโพด ถั่ว บางชนิดยังเข้าทำลายผลิตภัณฑ์อาหารที่ถูกเก็บรักษาไว้เพื่อรอการจำหน่ายและบริโภค ได้แก่ ปลาหมึกแห้ง ปลาแห้ง กุ้งแห้ง ผลไม้อบแห้ง ร่วนเส้น แป้ง และอาหารสัตว์

การเข้าทำลายของไรในผลิตภัณฑ์ในโรงเก็บนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ทาง คือทางตรงและทางอ้อม โดยการเข้าทำลายทางตรงคือตัวไรจะกินอาหารโดยตรง ทำให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลง นอกจากจะทำให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลงแล้ว ไรที่กินเมล็ดพันธุ์ยังทำให้ลดคุณค่าทางโภชนาการลดลงอีกด้วย การทำลายของไรในโรงเก็บยังมีผลต่อการงอกของเมล็ด ไรในโรงเก็บยังส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรทางอ้อม โดย Duek *et al.* (2001) รายงานว่าการกินอาหารของไรทำให้เกิดคราบปนเปื้อนและสิ่งขับถ่ายต่างๆ ทำให้มีกลิ่นเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ ไรในโรงเก็บยังสามารถผลิตสารพิษ โดยมีสารก่อภูมิแพ้เป็นกลุ่มของสารพิษหลักได้ นอกจากนี้ที่กล่าวมาแล้วนี้ ไรยังมีผลทางอ้อมอีกอย่างหนึ่งก็คือการเป็นพาหะนำเชื้อโรคที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์สู่ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการถูกไรกัดกินเปลือกที่หุ้มเมล็ด แล้วเข้าไปกิน

เอ็มบริโอ ในเมล็ด ทำให้เมล็ดสูญเสียความงอก ของเสียและคราบของไรที่อาศัยอยู่ในแป้ง เมล็ดพืชหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน ไม่สามารถนำไปบริโภคได้ นอกจากนี้ไรสามารถเป็นตัวแพร่เชื้อราและแบคทีเรีย ซึ่งสร้างความเสียหายให้กับผลผลิตที่เก็บรักษาในโรงเก็บเป็นจำนวนมาก การเข้าทำลายอย่างรุนแรงของไรศัตรูโรงเก็บบนผลผลิตที่กองซ้อนกันบนพื้นของโรงเก็บ จะปล่อยกลิ่นคล้ายกลิ่นมะนาวออกมาจึงเป็นชื่อที่เรียกไรชนิดนี้ว่า Lemon-scented mite (ฉัตรภรณ์ กุณาวงค์ และคณะ 2557)

โดยทั่วไปอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์จะมีทั้งที่มาจากพืชหรือมาจากสัตว์และอาจจะอยู่ในสภาพสดหรือแห้งก็ได้ ต่างก็มีน้ำหรือความชื้นอยู่ การทราบถึงส่วนประกอบเหล่านั้นจะมีประโยชน์เพราะการวิเคราะห์หาส่วนประกอบจะทำให้ทราบคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสัตว์ การวิเคราะห์อาหารสัตว์ทางเคมีเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้กันอยู่ ซึ่งถูกคิดค้นมากกว่า 100 ปีมาแล้ว โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ เฮเนเบอร์ก (Heneberg) และสโตมาน (Stomann) ในปัจจุบันจึงมีการดัดแปลงแก้ไขกรรมวิธีการวิเคราะห์ให้ดีขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้ง่าย สะดวก ลดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย (ศรีสกุล วรจันทร์ และคณะ. 2551)

ฟอร์มาลดีไฮด์หรือฟอร์มาลิน (formaldehyde or formalin) ในทางการแพทย์ใช้ฆ่าเชื้อ โรค (germicide) และฆ่าเชื้อรา (fungicide) นอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้เป็นสารกันบูด (preservative) ช่วยป้องกันการขึ้นราในการเก็บรักษาข้าวสาลี หรือป้องกันการเน่าเสียในข้าวโอ๊ตหลังจากเก็บเกี่ยว มีการใช้ฟอร์มาลดีไฮด์นำมาใช้ผสมกับอาหารสัตว์ เพื่อกำจัดแบคทีเรีย *Salmonella* sp. เป็นสารที่มีการสลายตัวในธรรมชาติได้อย่างรวดเร็ว (European Commission, 2002) และใช้เพื่อป้องกันแมลง ในธัญพืชหลังการเก็บเกี่ยว (กระทรวงสาธารณสุข, มปป.) รวมทั้งใช้เป็นสารรมควัน (fumigant) เพื่อกำจัดแมลงในโรงเก็บและโกดังเก็บของ (ฉัตรภรณ์ กุณาวงค์ และคณะ. 2557)

กรดโพรพิโอนิกเป็นวัตถุกันเสียทางชีวภาพ (biopreservatives) ชนิดหนึ่ง เนื่องจากเป็นกรดอินทรีย์ที่ผลิตได้จากแบคทีเรียสกุล *Propionibacterium* sp. มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของราและแบคทีเรียบางชนิด นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้โพรพิโอนิกในการยับยั้งยีสต์ในสกุล *Candida* sp. และ *Zygosaccharomyces bailii* ที่เป็นต้นเหตุให้ผลิตภัณฑ์ประเภทเนยแข็งและโยเกิร์ตเน่าเสีย ในการผลิตกรดโพรพิโอนิกทางการค้านิยมใช้กระบวนการทางเคมีแต่มีข้อเสียคือต้นทุนสูง และเกิดสารที่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีการพัฒนาการผลิตกรดโพรพิโอนิกด้วยกระบวนการทางชีวภาพ โดยใช้แบคทีเรียสกุล *Propionibacterium* sp. ซึ่งใช้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ไม่มีความเป็นพิษ และเนื่องจากเป็นสารที่ได้จากกระบวนการทางชีวภาพจึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในการนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร (สุขใจ ชูจันทร์ และ พรวิสาข์ ยุ่นประยงค์. 2554)

หลายปีที่ผ่านมาได้มีการใช้สารเคมีและสารสังเคราะห์ต่างๆ ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ซึ่งการใช้สารเคมีทำให้แมลงศัตรูพืชเกิดความต้านทานของแมลง นอกจากนี้สารเคมียังส่งผลให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมและยังส่งผลกระทบต่อสัตว์และสุขภาพของมนุษย์ ค่าใช้จ่ายใน

การใช้สารเคมีก่อนข้างสูง (อัจจิมา นุชโพธิ์. 2555) ในปัจจุบันได้มีการศึกษานำสารสกัดจากพืชสมุนไพรมาใช้แทนการใช้สารเคมี กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสัตว์เลี้ยงอีกด้วย ส่วนพอลิมาดีไฮด์และกรดโพธิ์ไออนิกนอกจากสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราและแบคทีเรียในอาหารสัตว์แล้วยังสามารถป้องกันแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงใช้พืชสมุนไพรและกรดธรรมชาติในการทดสอบประสิทธิภาพต่อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ในการป้องกันกำจัดไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรม และการสัมผัส

1.2.2 เพื่อศึกษาความเสียหายทางกายภาพและทางโภชนาการของอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ที่เกิดจากการเข้าทำลายของไรเชื้อรา

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพอาหารสัตว์หลังจากการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช เพื่อป้องกันกำจัดไรเชื้อรา

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช และห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ โดยทำการคัดเลือกพืชสมุนไพรที่มีแนวโน้มในการกำจัดไรเชื้อรา จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ กานพลู อบเชย ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน พลู ขมิ้นชัน ข่า ไพล และว่านน้ำ นำมาสกัดน้ำมันโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร โดยวิธีการรม การสัมผัส การฉีดพ่น โดยตรงในสภาพโรงเรือน และวิเคราะห์ส่วนประกอบของทางด้านเคมี อาหารสัตว์ วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomize design) และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติและหาค่า LC_{50} (50% lethal concentration)

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ทราบชนิดของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพและความเป็นพิษในการฆ่าไรเชื้อราโดยวิธีการรม และการสัมผัสในห้องปฏิบัติการ

1.4.2 ได้ทราบถึงความเสียหายทางกายภาพและทางโภชนาการของอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ที่เกิดจากไรเชื้อรา

1.4.3 ได้ทราบถึงคุณภาพอาหารสัตว์หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุมป้องกันกำจัดไรเชื้อรา

บทที่ 2

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แมลงศัตรูในโรงเก็บจัดเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากการแพร่ขยายพันธุ์ของแมลงเป็นไปได้ง่าย ทำให้ประชากรเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็ว โดยแมลงศัตรูในโรงเก็บจะเข้าทำลายก่อความเสียหายให้กับผลผลิต ซึ่งหากเกิดการเข้าทำลายแล้วอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลิตผลประมาณ 5-10 % หรือมากกว่านี้หากไม่รีบดำเนินการกำจัด ประเภทของแมลงและไรศัตรูในโรงเก็บแบ่งตามลักษณะการทำลายได้ 2 ประเภทดังนี้

1. กัดกินหรือแทะเล็มภายนอก (External feeder) แมลงกลุ่มนี้ทำความเสียหายเฉพาะภายนอก โดยทำให้เกิดขุย ผิวของเมล็ดถูกทำลาย ถักใยเกาะติดกันเป็นก้อน ได้แก่ ผีเสื้อข้าวสาร มอดแป้ง มอดสยาม มอดพื้นเลื้อย มอดหนวดยาว ไร และเหาหนังสือ

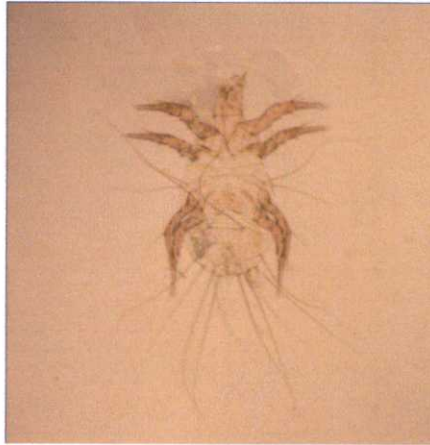
2. กัดกินภายในเมล็ด (Internal feeder) แมลงกลุ่มนี้จะอาศัยและทำลายอยู่ภายในเมล็ด เพศเมียมักวางไข่อยู่ที่ผิวนอกเมล็ด เมื่อไข่ฟักเป็นหนอน จะเจาะเข้าสู่ภายใน กัดกินและเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต ตัวเต็มวัยจะเจาะเมล็ดออกมาทำให้เป็นรู และภายในเป็นโพรง แมลงประเภทนี้ได้แก่ ค้างคาวข้าว ผีเสื้อข้าวเปลือก มอดข้าวเปลือก (สำนักวิจัย และพัฒนาข้าว, 2547)

2.1 ไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.)

2.1.1 รูปร่างลักษณะ

ตัวเมีย ลักษณะตัวเป็นรูปไข่ค่อนข้างแคบยาวกว่าศัตรูผลผลิตชนิดอื่น ๆ มีสีขาว หรือสีครีม ขาทั้ง 4 คู่ มีสีน้ำตาลอ่อน ผิวของลำตัวมีลักษณะเรียบเป็นมันวาว ความยาวของลำตัวโดยเฉลี่ย 509.07 ไมครอน กว้างโดยเฉลี่ย 323.67 ไมครอน ขนบนลำตัวด้านหลังค่อนข้างยาว แผ่นปิดลำตัวด้านหลังเห็นได้จาง ๆ อยู่ตอนหน้าสุดของลำตัว ขน vi ยาวเลอว้วยวะส่วนที่เป็นปากไปทางด้านหน้า และมีรอยแตกด้านข้างเป็นหนามแหลม ขน ve อยู่ด้านหน้า 2 ข้างของแผ่นปิดหลัง เกือบเสมอกับระดับขน vi และยาวกว่าปล้อง genu ของขา ขน sc i ยาวกว่าขน sc e ขน supracoxal seta ที่อยู่เหนือปล้อง coxa ของขาคู่ที่ 1 มีส่วนโคนแบนใหญ่ ส่วนปลายเรียวแหลม และแตกแขนงออกเป็นหนามแหลมยาว 2 ข้าง ตรงบริเวณส่วนโคน ขนบนลำตัวด้านหลัง d_1 , la และ hv มีขนาดสั้นใกล้เคียง ขน d_2 ยาวประมาณ 2-3.5 เท่าของขน d_1 ขน hi ยาวกว่าขน he ขน lp ยาวมาก และยาวใกล้เคียงกับขน sa i ขน d_2 ยาวเป็น 2 เท่าของขน la ตรงกลางลำตัวด้านหลัง บริเวณระหว่างปล้อง coxa ของขาคู่ที่ 3 กับ 4 เป็นที่ตั้งของอวัยวะเพศเมีย มีช่องเปิดผ่าตามแนวยาว 2 ข้างของช่องเปิดเป็นที่ติดตั้งของอวัยวะรับความรู้สึก มีลักษณะเป็นตุ่มนูนเล็ก ๆ ข้างละ 2 ตุ่ม ช่องเปิดอวัยวะ

จับถ่ายอยู่ด้านท้องเกือบปลายสุดของลำตัว 2 ข้างของช่องเปิดของอวัยวะจับถ่าย มีขนติดอยู่ข้างละ 5 เส้น (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5) ขน a_4 ยาวสุด (เทวินทร์, 2546) (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะตัวเต็มวัยของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.)

ตัวผู้ ความยาวของลำตัวโดยเฉลี่ย 424.20 ไมครอน กว้างโดยเฉลี่ย 282.53 ไมครอน รูปร่างลักษณะโดยทั่วไปคล้ายคลึงกับตัวเมีย แต่ตรงลำตัวด้านท้องบริเวณระหว่างปล้อง coxa ของขาคู่ที่ 4 เป็นที่ติดตั้งของอวัยวะเพศผู้ (aedeagus) ซึ่งประกอบด้วย penis เป็นตุ่มแหลม ๆ อยู่บนสุด ลักษณะของ penis เมื่อมองทางด้านข้าง รูปร่างคล้าย พวยกา 2 ข้างของ penis มีแขนเชื่อมต่่อออกไปทางด้านข้างหลัง 2 ข้าง ปลายแขนโค้งงอออกจากลำตัว ถัดลงมาทางส่วนท้ายของลำตัวด้านท้องเป็นช่องเปิดของอวัยวะจับถ่าย ปลายสุดทั้ง 2 ข้างของช่องเปิดของอวัยวะจับถ่าย เป็นที่ติดตั้งของ anal sucker ลักษณะเป็นวงกลมๆ เห็นได้ชัด (เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์. 2546)

2.1.2 วงจรชีวิตของไรเชื้อรา

ในประเทศไทยยังไม่พบการรายงานการศึกษาวงจรชีวิตของไรเชื้อรา แต่ในต่างประเทศได้ศึกษาชีวจักรของไรชนิดนี้พบว่า ไรชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิต่ำสุด 7-10 °C อุณหภูมิสูงสุดที่ 35-37 °C ที่อุณหภูมิ 32 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไรสามารถเจริญเติบโตนับจากไข่ถึงตัวเต็มวัยได้ภายในเวลา 8.46 วัน เมื่อใช้จมูกข้าวสาทิเป็นอาหาร ในประเทศที่มีอากาศหนาว มักจะพบไรชนิดนี้ระบาดในอาหารที่มีไขมันและโปรตีนสูง เช่น แสม เนยแข็ง เนื้อมะพร้าวแห้ง อาหารสำหรับเลี้ยงปลา ถั่วต่าง ๆ เมล็ดทานตะวัน (เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์. 2546)

2.1.3 ความสำคัญและลักษณะการทำลาย

เป็นไรศัตรูผลผลิตทางการเกษตรที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากทำลายผลผลิตทางการเกษตร และผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด พบในธรรมชาติมากกว่าไรศัตรูผลผลิตชนิดอื่น ๆ มีชื่อเรียกสามัญเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า "mold mite" เนื่องจากมีรายงานว่า ไรชนิดนี้เป็นศัตรูที่สำคัญของ

เชื้อราที่เพาะเลี้ยงเพื่อการทดลองในห้องปฏิบัติการ นอกจากนั้นยังพบทำลายเส้นใยของเห็ดที่เจริญอยู่ในอาหารวุ้น และในวัสดุเพาะภายในถุงขยะบ่มเส้นใยอีกด้วย Griffiths, D.A et. al. (1985) พบว่าไรซินนี้สามารถเจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ได้บนเชื้อราในสกุล *Eurotium* และ *Penicillium* แต่มีอัตราการเจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ได้สูงสุดในเชื้อรา *Penicillium cyclopium* จากการสำรวจในปี 2544-2546 พบว่า การทำลายของไรบนผลผลิตทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ นอกจากจะทำให้เกิดความเสียหายทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของผลผลิตโดยตรงแล้ว ไรยังเป็นพาหะทำให้เกิดการปนเปื้อน และแพร่กระจายของเชื้อราและแบคทีเรีย ทำให้เกิดการเน่าเสียของผลผลิตทางการเกษตร และอาหารที่เก็บรักษาไว้ด้วย

2.1.4 ประเภทของความเสียหาย (Types of Loss)

1. สูญเสียน้ำหนัก (weight Loss) แมลงสามารถกินอาหารได้มากกว่าน้ำหนักตัวหลายเท่า เมื่อแพร่ระบาดมากจะทำให้สูญเสียน้ำหนักมาก

2. สูญเสียคุณค่าทางอาหาร (food loss) เมื่อแมลงเข้าทำลายจะทำให้เมล็ดสูญเสียคุณค่าทางอาหารไป โดยแมลงชอบทำลายส่วนคัพภะ (embryo) มากกว่าส่วน endosperm เนื่องจากส่วนคัพภะจะนุ่มกว่าส่วน endosperm

3. สูญเสียความงอก (seed Germination Loss) เนื่องจากแมลงชอบทำลายส่วนคัพภะ เป็นผลทำให้เมล็ดสูญเสียความงอก หรือบางเมล็ดถูกทำลายน้อย แม้จะงอกแต่สภาพของเมล็ดที่งอกจะไม่สมบูรณ์ และไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้

4. สูญเสียคุณภาพ (quality loss) ทำให้ความสม่ำเสมอของเมล็ดเสียไป การเข้าไปปะปนของแมลง และของเสียจากแมลง ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น คุณภาพเปลี่ยนไป นอกจากนี้ซากหรือชิ้นส่วนของแมลงที่ติดอยู่กับอาหารทำให้เกิดการปนเปื้อน และคุณภาพเมล็ดเสียหาย เมื่อแมลงเข้าทำลายในปริมาณมากทำให้ความชื้นในกองเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโต

5. สูญเสียเงิน (money loss) เมื่อแมลงเข้าทำลาย ทำให้น้ำหนักของผลผลิตลดลง จึงมีผลทำให้สูญเสิรายได้ นอกจากนี้คุณภาพที่เสียไปยังทำให้ราคาลดต่ำลงด้วย

6. สูญเสียชื่อเสียง (loss of goodwill) ผลผลิตที่แมลงเข้าทำลายจะดูสกปรก และเสื่อมคุณภาพ ทำให้ผู้ซื้อและผู้บริโภคเสื่อมความเชื่อถือและไว้วางใจในสินค้า

2.1.5 เขตแพร่กระจาย

มีรายงานการสำรวจพบไรเชื้อรากระจายในหลายพื้นที่ เช่น กรุงเทพฯ นครปฐม อยุธยา สิงห์บุรี สระแก้ว จันทบุรี นครสวรรค์ ลำปาง พิษณุโลก สุโขทัย เชียงราย น่าน ชัยภูมิ กาฬสินธุ์ ศรีสะเกษ นครพนม ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี และกระบี่

2.1.6 ผลผลิตทางการเกษตรที่พบไร

ไรเชื้อราเข้าทำลายผลิตผลทางการเกษตรหลายชนิด เช่น หอมแดง หอมแขก กระเทียม ถั่วลิสง ลูกมะเดื่ออบแห้ง รากหนอนตายหยากตากแห้ง คุ่มปทุมมา ปลาช่อนตากแห้ง ปลาจวดตากแห้ง พุทราตากแห้ง กุ้งแห้ง และอาหารปลา (Sánchez and Castañera, 2005)

2.2 น้ำมันหอมระเหย (Essential oil)

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบซับซ้อน ได้จากการสกัดน้ำมันที่เก็บไว้ในส่วนต่างๆ ของพืชสมุนไพร เช่น เมล็ด ดอก ใบ ผล เปลือก ลำต้น หรือรากและเหง้าของพืช น้ำมันหอมระเหยมีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี หรือสีอ่อนๆ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ระเหยง่ายที่อุณหภูมิปกติ น้ำมันจะระเหยได้ดียิ่งขึ้นเมื่อได้รับความร้อน กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่อยู่ในพืชสมุนไพรแต่ละชนิด เช่น น้ำมันตะไคร้หอม ซึ่งมีคุณสมบัติในการไล่แมลง ประกอบด้วย เยอรมานิออล (geraniol) ซิโตรเนลลา (citronela) และบอร์นีออล (borneol) น้ำมันตะไคร้ ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยในการขับลม แก้อักเสบประกอบด้วย ซิทรัล (citral) ลินาลูล (linalool) และเยอรมานิออล กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยในส่วนของดอกมีบทบาทสำคัญในการช่วยดึงดูดแมลงมาผสมเกสร น้ำมันหอมระเหยในส่วนอื่นๆ ของพืชเชื่อว่ามีผลในการป้องกันตนเองจากศัตรูภายนอก เช่น แมลง เชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ก่อโรค ที่จะมาทำลายพืชนั้นๆ พืชที่ให้น้ำมันหอมระเหยจะอยู่ในวงศ์พืชต่างๆ ประมาณ 60 วงศ์ ที่สำคัญได้แก่ Labiatae เช่น มินท์ Rutaceae เช่น ส้ม Zingiberaceae เช่น ขิง และ Gramineae เช่น ตะไคร้ (ปิยนตร ไทยภักดี. 2549 ; นิตินรณธ์ เผือกบัวขาว. 2554)

2.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยมีหลายชนิด สามารถแยกได้ 7 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะออกฤทธิ์ในการบำบัดที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. กลุ่มแอลกอฮอล์ (alcohol) สารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติฆ่าไวรัส ลดความเครียด ได้แก่ ลินาลอล (linalol) ซิโตรเนลลา (citronela) เยอรมานิออล เมนทอล (menthol) และ นีรอล (nerol)
2. กลุ่มแอลดีไฮด์ (aldehydes) สารในกลุ่มนี้มีฤทธิ์ในการระงับประสาท ลดความเครียด ลดการอักเสบ ลดความอ้วน ขยายหลอดเลือดและมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรค ตัวอย่างได้แก่ ซิทรัล (citral) ซิโตรเนลลาล (citronellal) เนอร์แรล (neral)
3. กลุ่มเอสเทอร์ (esters) มีคุณสมบัติระงับประสาท สงบอารมณ์ ลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ ลดอาการอักเสบและด้านการเจริญเติบโตของเชื้อรา ได้แก่ ลิเนลลิลอะซีเตต (linalyl acetate) เยอรมานิอะซีเตต (geranyl acetate)

4. กลุ่มคีโตน (ketones) สารคีโตนมีคุณสมบัติช่วยขยายหลอดเลือด ละลายเสมหะ เสริมสร้างเนื้อเยื่อ และลดการอักเสบ ได้แก่ แจสโมน (jasnone) เฟนโชน (fenchone) คาร์ไวโนน (carvone) เมนโทน (menthone)

5. สารออกไซด์ (oxides) สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการขับเสมหะ ที่สำคัญได้แก่ ซินีออล (cineol) นอกจากนี้ก็มีสารที่มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และกระตุ้นระบบประสาท ได้แก่ ลิเนอลอลออกไซด์ (linalool oxide) แอสคาริดอลออกไซด์ (ascaridol oxide)

6. กลุ่มฟีนอล (phenols) คุณสมบัติในการฆ่าแบคทีเรีย กระตุ้นระบบประสาทและภูมิคุ้มกันของร่างกาย ได้แก่ ยูจีนอล (eugenol) ไทมอล (thymol) เออร์วาคโรล (earvacrol)

7.กลุ่มเทอร์พีน (terpenes) สารกลุ่มนี้มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อและลดอาการอักเสบ ประกอบด้วย แคมเฟน (camphene) คาคินี (cadinene) ซีครีน (cedrene) ไดเพนทีน (dipentene) เทอร์พีนีน (terpinene) ซาบินีน (sabinene) มานกรีน (mycrene)

โดยปกติน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมีสารประกอบทางเคมีตั้งแต่ 50-500 ชนิด องค์ประกอบทางเคมีแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันดังที่กล่าวแล้ว แต่เมื่อผสมกันจะทำให้เกิดคุณสมบัติเป็นเอกลักษณ์ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิดที่มีจุดเด่น มีความเหมือนและความแตกต่างในการบำบัดต่างกัน (ปิยนตร ไทยภักดี. 2549)

2.2.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช

การศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชพบว่าสามารถทำได้ 5 วิธี คือ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.2545 ; ฐาปนีย์ หงส์รัตนาวรกิจ.2550; ประเทืองศรีสินชัยศรี. 2547; รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2547)

1. การกลั่น (distillation) หลักการคือ การใช้น้ำร้อนหรือไอน้ำเข้าไปแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากพืช โดยการแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อพืช ซึ่งความร้อนทำให้สารละลายออกมา กลายเป็นไอน้ำกับน้ำร้อนหรือไอน้ำ เทคนิคที่ใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยมี 3 วิธี ได้แก่

- การกลั่นด้วยน้ำ (water distillation and hydro-distillation) ถือว่าเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย โดยให้พืชจุ่มอยู่ในน้ำเดือดทั้งหมดตลอดระยะเวลาในการกลั่น

- การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (water and steam distillation) การกลั่นวิธีนี้จะนำพืชไปไว้บนตะแกรงเหนือระดับน้ำในหม้อกลั่น เมื่อน้ำเดือด ไอน้ำจะลอยตัวผ่านตัวอย่างพืช เป็นการกลั่นที่สะดวกที่สุด

- การกลั่นด้วยไอน้ำ (direct steam distillation) วิธีนี้ตัวอย่างพืชจะวางอยู่บนตะแกรงในหม้อกลั่นที่ไม่มีน้ำ โดยจะใช้ไอน้ำจากภายนอกซึ่งใช้ความดันสูงกว่าบรรยากาศส่งไปตามท่อใต้ตะแกรง จากนั้นไอน้ำจะถูกส่งผ่านขึ้นไปถูกกับตัวอย่างพืชบนตะแกรง แต่ไอน้ำต้องมีปริมาณที่เพียงพอในการช่วยให้ น้ำมันหอมระเหยออกมาจากพืช

ประสิทธิภาพของพืชสมุนไพร โดยวิธีการรม การสัมผัส และการฉีดพ่น โดยตรงในสภาพโรงเรือน ต่อไปโดยพืชแต่ละชนิดมีลักษณะพฤกษศาสตร์ สารสำคัญและสรรพคุณดังนี้

2.3.1 กานพลู

ชื่อสามัญ : Clove tree

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Syzygium aromaticum*(Linn.)

วงศ์ : Myrtaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : กานพลูเป็นพืชพืชมืองของหมู่เกาะ Molucca กานพลู เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ที่แตกกิ่งก้านสาขาเป็นระเบียบใบออกตรงข้ามและมีจุดของต่อมน้ำมันใบยาวเรียว สีเขียวเข้มและเป็นมัน ดอกเมื่อยังอ่อนมีสีเขียว แต่เมื่อแก่มีสีแดงเข้ม (crimson) การเก็บดอกมาใช้เป็นเครื่องเทศหรือยานิยมเก็บดอกเมื่อยังตูมอยู่ คือตอนที่เริ่มเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นแดง กานพลูชอบอากาศร้อนและความชื้นสูง (ภาพที่ 2.2)

สรรพคุณ : กานพลูช่วยย่อยอาหาร แก้ท้องเสีย ถ้าใส่ใหญ่อักเสบ โดยเฉพาะในเด็กกินหลังอาหาร แก้กลิ่นใส่อาเจียน ใช้เป็นเครื่องเทศแต่งกลิ่นอาหารหลายชนิด ใส่กรอก หมูแฮม น้ำมัน กานพลูมีฤทธิ์ทำให้ชาเฉพาะที่ ใช้ใส่ฟันเป็นรูเพื่อระงับการปวดฟัน ใช้เป็นส่วนผสมในยาอมกลั้วคอ

สารสำคัญ: eugenol, cinnamic aldehyde vanillin caryophylla-3(12)-6-dien-4-ol (นิจิติริ เรื่อง รังสี และพะยอม ค้นคว้าค้น. 2552)



ภาพที่ 2.2 กานพลู (*Syzygium aromaticum* (Linn.))

2.3.2 อบเชย

ชื่อสามัญ : Cinnamon

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cinnamomun bejolghotha* (Buch.-Ham.) Sweet

วงศ์ : Lauraceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : เป็นไม้ยืนขนาดเล็ก ไม่ผลัดใบ เปลือกลำต้นมีสีเทาและหนา กิ่งขนานกับพื้นและตั้งชันขึ้น ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกลัดกันตามลำต้น ลักษณะใบคล้ายรูปไข่ ปลายใบแหลม มีเส้นใบสามเส้น ดอก ออกเป็นช่อตามปลายกิ่ง ขนาดกิ่ง สีเหลือง มีกลิ่นหอม ผลมีสีดำคล้ายรูปไข่ (ภาพที่ 2.3)

สรรพคุณ : อบเชยมีสรรพคุณทางยา เนื่องจากมีแทนนินสูงที่ให้รสฝาดจึงนิยมใช้ในยาตำรับแผนโบราณเช่น เป็นส่วนผสมในยาหอมต่าง ๆ โดยใช้ส่วนของเปลือกลำต้น ใช้ในการแก้จุกเสียดแน่นท้อง หรือใช้ในการทำยานัตถุ์ใช้สูดดม เพื่อเพิ่มความสดชื่น ลดอาการอ่อนเพลีย แก้โรคท้องร่วงเพราะมีส่วนช่วยต้านแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร ขับปัสสาวะ ช่วยในการย่อยอาหาร และคลายไขมัน

สารสำคัญ : ต้น กลั่นเปลือกต้นจะได้น้ำมันที่มี eugenol เป็นส่วนประกอบประมาณ 13% (ก่องกานดา ชยามฤต. 2540)



ภาพที่ 2.3 อบเชย (*Cinnamomun bejolghotha* (Buch.-Ham.) Sweet)

2.3.3 ตะไคร้หอม

ชื่อสามัญ : Citronella grass

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle

วงศ์ : POACEAE (GRAMINEAE)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ พืชล้มลุก มีอายุหลายปี มีเหง้าใต้ดิน ลำต้นตั้งตรง ออกเป็นกอ มีกลิ่นหอม ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปยาวแคบ โคนใบแผ่ออกเป็นกาบ มีลึนใบรูปไข่ มีขน อยู่ตรงรอยต่อระหว่างใบกับกาบมีแผ่น ดอกช่อขนาดใหญ่ สีน้ำตาลแดง แทงออกจากกลางต้น ใบประดับลักษณะคล้ายกาบ ดอกช่อเชิงลด แยกเป็นหลายแขนง ออกเป็นช่อ ช่อย่อยมีใบประดับที่โคน 2 ใบ ใบนอกมีหยัก ด้านนอกแบนขอบแผ่ออกเป็นปีกแคบๆ และขอบด้านบนสาก ใบในรูปเรือ ปลายแหลมมีเส้นตามยาว 1-3 เส้น ขอบมีขน แต่ละดอกย่อยมีใบประดับ 2 แผ่น เรียกกาบบนและกาบล่าง กาบบนรูปขอบขนาน เนื้อบาง ขอบมีขน กาบล่างรูปยาว แคบ มีขนแข็งและปลายแหลม ผลเป็นผลแห้งเมล็ดเดี่ยว ไม่แตก (ภาพที่ 2.4)

ส่วนที่ใช้เป็นยาและสรรพคุณ ทั้งต้น ใบ และเมล็ด

สารสำคัญที่เป็นสารออกฤทธิ์ น้ำมันตะไคร้หอมมีส่วนประกอบที่สำคัญในการออกฤทธิ์ คือ camphor, cineol, eugenol, citral และ linalool, citronellal และ geraniol (สรจักร ศิริบริรักษ์. 2553)



ภาพที่ 2.4 ตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle)

2.3.4 ตะไคร้บ้าน

ชื่อสามัญ : Lemon Grass, Lapine

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Cymbopogon citratus* Stapf.

วงศ์ : Poaceae (Gramineae)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นพืชตระกูลหญ้า ตะไคร้เป็นพืชที่เจริญเติบโตง่าย อาจมีทรงพุ่มสูงถึง 1 เมตร มีลำต้นที่แท้จริงประมาณ 4-7 เซนติเมตร ลำของต้นจะถูกห่อหุ้มไปด้วยกาบใบโดยรอบ ใบยาวแคบเส้นใบขนานกับก้านใบ ใบของตะไคร้ถูกห่อหุ้มไปด้วยน้ำมันหอมระเหย ที่นิยมนำมาปลูกเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกกันโดยทั่วไป (ภาพที่ 2.5)

สรรพคุณ ทั้งต้น แก้วหัวค ปวดศีรษะ ไอ แก้วท้องอืดท้องเฟ้อ แน่นจุกเสียด ขับลมในลำไส้ บำรุงไพธาตุ ทำให้เจริญอาหาร แก้วปวดกระเพาะอาหาร แก้วท้องเสีย แก้วปวดข้อ ปวดเมื่อย ฟกช้ำจากหกล้ม ขาบวม น้ำ แก้วโรคทางเดินปัสสาวะ นิ้ว ขับปัสสาวะ ประจำเดือนมาผิดปกติ แก้วปัสสาวะเป็นเลือด ราก แก้วเสียดแน่น แสบบริเวณหน้าอก ปวดกระเพาะอาหารและขับปัสสาวะ บำรุงไพธาตุ ขับปัสสาวะ แก้วนิ้ว แก้วปัสสาวะพิการ รักษาเกลื้อน แก้วอาการขัดเบา ใบสด มีสรรพคุณช่วยลดความดันโลหิตสูง แก้วไข้ ดัน มีสรรพคุณเป็นยาขับลม แก้วผมแตกปลาย เป็นยาช่วยให้ลมเบ่งขณะคลอดลูก ใช้ดับกลิ่นคาว แก้วเบื่ออาหาร บำรุงไพธาตุให้เจริญ แก้วโรคทางเดินปัสสาวะ นิ้วปัสสาวะพิการ

สารสำคัญ ใบ มีน้ำมันหอมระเหย 0.4-0.8% ประกอบด้วย Citral 75-85 % Citronellal, Geraniol Methylheptenone เล็กน้อย , Eugenol และ Methylheptenol ราก มี อัลคาลอยด์ 0.3% (สรจักร ศิริบริรักษ์. 2553)



ภาพที่ 2.5 ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus* Stapf.)

2.3.5 พลู

ชื่อสามัญ Betel

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Piper betle*

วงศ์: Piperaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ พลูเป็น ไม้เลื้อย มีข้อและปล้องชัดเจน ที่ข้อมีรากสั้น ๆ ออกรอบข้อ ใบเดี่ยวติดกับลำต้นแบบสลับ ลักษณะของใบแหลมคล้ายใบโพ ผิวใบมัน ดอกออกรวมกันเป็นช่อแน่น ปลุกโดยใช้ลำต้นปักชำ ขึ้นง่าย (ภาพที่ 2.6)

สรรพคุณ นอกจากนี้ยังใช้เป็นสมุนไพรแก้ลมพิษ รักษาอาการคัน ในใบพลูมีสารยูจินอล และชาวิคอล มีฤทธิ์เป็นยาชาและช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคหลายชนิด จึงมีประโยชน์ในการระงับอาการคันและเจ็บปวดเนื่องจากแมลงกัดต่อย ช่วยฆ่าและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของวัณโรค

สารสำคัญ ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ ชาวิคอล, ยูจินอล, เบตาซิโตสเตอรอล และซินีออล เป็นต้น (พลูสมุนไพรไทย. 2556)



ภาพที่ 2.6 พลู (*Piper betle* Linn) (ที่มา) : <http://plants.thaika.com>

2.3.6 ขมิ้นชัน

ชื่อสามัญ : Turmeric

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Curcuma longa*

วงศ์ : Zingiberaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ขมิ้นเป็น ไม้ล้มลุก อายุหลายปี สูง 30-95 ซม. เหง้าได้ดินรูปไข่ อ้วนสั้น มีแขนงรูปทรงกระบอกแตกออกด้านข้าง 2 ด้าน ตรงกันข้าม เนื้อในเหง้าสีเหลืองส้มหรือสีเหลืองอำพันปนสีแดง มีกลิ่นฉุน ใบเดี่ยว กลางใบสีแดงคล้ำ แทงออกมาเหง้าเรียงเป็นวงซ้อนทับกัน รูปใบหอก กว้าง 12-15 ซม. ยาว 30-40 ซม. ดอกช่อแทงออกจากเหง้า แทรกขึ้นมาระหว่างก้านใบ รูปทรงกระบอก กลีบดอกสีเหลืองอ่อน ใบประดับสีเขียวอ่อนหรือสีนวล บานครั้งละ 3-4 ดอก ผลรูปกลมมี 3 พู

สรรพคุณ มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ลดการอักเสบ และมีฤทธิ์ในการขับน้ำดี น้ำมันหอมระเหย ในขมิ้นชันมีสรรพคุณบรรเทา อาการปวดท้อง ท้องอืด แน่นจุดเสียด แก้กโรคผิวหนัง ขับลม แก่ผื่นคัน แก่ท้องร่วง อาจช่วยรักษาโรค รูมาตอยด์ได้ (ภาพที่ 2.7)

สารสำคัญ เหง้าขมิ้นมีสารประกอบที่สำคัญ เป็นน้ำมันหอมระเหย และในเหง้ายังมีสารสีเหลืองส้มที่เรียกว่าเคอร์คูมิน สารสกัดด้วยเอทานอลจากเหง้าสดมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และต้านอนุมูลอิสระ (จินดาพร คงเดช. 2551)



ภาพที่ 2.7 ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn) (ที่มา) : <http://www.jamrat.net>

2.3.7 ไพล

ชื่อสามัญ : Cassumunar ginger

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Zingiber cassumunar*

วงศ์ : Zingiberaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ เป็นไม้ล้มลุก สูง 0.7-1.5 เมตร มีลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า เปลือกสีน้ำตาลแกมเหลือง เหง้าสดมีเนื้อในสีเหลืองถึงเหลืองแกมเขียว ฉ่ำน้ำ มีกลิ่นหอมเฉพาะ แทงหน่อหรือลำต้นเทียมขึ้นเป็นกอ ประกอบด้วยกาบหรือโคนใบหุ้มซ้อนกันเป็นลำกลม สีเขียวเข้ม โคนกาบสีแดง (ภาพที่ 2.8)

สรรพคุณ ส่วนของไพลที่ใช้เป็นยาคือเหง้าแก่จัด แก่ฟกช้ำ บวม เคล็ด ยอก ปวดเมื่อย ขับลม ท้องเดิน

สารเคมี เหง้า พบสารกลุ่ม arylbutenoid คือ cassumunarin, สารสีเหลืองเป็นสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ที่พบ ได้แก่ cassumunin A-C, curcumin, น้ำมันหอมระเหยที่กลั่นจากเหง้ามี sabinene เป็นองค์ประกอบหลักประมาณ 50% , terpene-4-ol ประมาณ 20%, triquinacene 1,4-bis (methoxy), (Z)-ocimene และสารอื่นๆ,พบสารสเตียรอยด์ beta-sitosterol, สาร 4-(4-hydroxy-1-butenyl) veratrole มีฤทธิ์ขยายหลอดลม ไพล ประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหยหลายชนิด เช่น sabinene, β -pinene, caryophyllene oxide และ caryophyllene (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2558)



ภาพที่ 2.8 ไพล (*Zingiber cassumunar* Roxb) (ที่มา): <http://2015.n3k.in.th/?p=4740>

2.3.8 ข่า

ชื่อสามัญ : Galanga

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Alpinia galanga* (L.) Willd.

วงศ์ : Zingiberaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ข่าเป็นไม้ล้มลุก สูง 1.5-2 เมตรอยู่เหนือพื้นดิน เหง้ามีข้อและปล้องชัดเจน เนื้อในสีเหลืองและมีกลิ่นหอมเฉพาะ ใบเดี่ยวเรียงสลับ รูปใบหอก รูปวงรีหรือเกือบขอบขนาน กว้าง 7-9 ซม. ยาว 20-40 ซม. ดอก ช่อ ออกที่ยอด ดอกย่อยขนาดเล็ก กลีบดอกสีขาว โคนติดกันเป็นหลอดสั้นๆ ปลายแยกเป็น 3 กลีบ กลีบใหญ่ที่สุดมีริ้วสีแดง ใบประดับรูปไข่ ผล เป็นผลแห้งแตกได้ รูปกลม (ภาพที่ 2.9)

สรรพคุณ ข่ายังมีฤทธิ์ทางยา เหง้าแก่แก้ปวดท้อง จุกเสียด แน่น ดอกใช้ทาแก้กลากเกลื้อน ผลช่วยย่อยอาหาร แก้คลื่นเหียน อาเจียน

สารสำคัญ สารสกัดจากข่ามีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย น้ำมันหอมระเหยจากข่ามีฤทธิ์ทำให้ไข่แมลงฝ่อ กำจัดเชื้อราบางชนิดได้ ใช้ผสมกับสะเดาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดแมลง(นิคดา หงษ์วิวัฒน์. 2556)



ภาพที่ 2.9 ข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.)

(ที่มา): <https://sites.google.com/site/xariyanganchinthi5/home/kha>

2.3.9 ว่านน้ำ

ชื่อสามัญ : Myrtle Grass, Sweet Flag

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Acorus calamus* L.

วงศ์ : Acoraceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ มีลำต้นเป็นเหง้าอยู่ใต้ดินเป็นแท่งค่อนข้างแบน ใบมีลักษณะแข็งตั้งตรง ปลายใบจะแหลม ใบเรียงสลับกันซ้ายขวาเป็นแผง ดอกมีสีเขียวขนาดเล็กจะออกดอกเป็นช่อ มีจำนวนมากอัดกันแน่นเป็นแท่งรูปทรงกระบอก (ภาพที่ 2.10)

สรรพคุณ ช่วยเสริมสร้างสติปัญญาและช่วยพัฒนาความจำให้มีความจำดี ใช้เป็นยาอายุวัฒนะ ใช้ว่านน้ำผสมกับยารักษาโรค รักษาเกี่ยวกับโรคสมอง ท้องร่วง โรคตา แก้อหอบหืด โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น

สารสำคัญ ว่านน้ำมีสารชนิดหนึ่งเรียกว่า อาโกรีนิ ที่มีรสขมและแอลคาลอยด์ คาลาไมท์ (ฐานข้อมูลยาสมุนไพร. 2558)



ภาพที่ 2.10 ว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.)

2.4 การใช้พืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ในปัจจุบันนี้ได้มีการใช้พืชสมุนไพรจากพืชหลายชนิดมาใช้ในการควบคุมศัตรูพืช เนื่องจากมีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม และผู้บริโภค

Rani, P.U. (2012) จากการศึกษาประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสในการป้องกันกำจัดแมลง รายงานว่า ที่ระดับความเข้มข้น 130 $\mu\text{L/L}$ air สามารถฆ่าแมลงศัตรูในโรงเก็บ คือ ค้างคาวงช้าง ผีเสื้อข้าวสาร และด้วงถั่วเขียว ได้ถึง 100 % โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 30.29, 21.70 และ 22.37 $\mu\text{L/L}$ air ตามลำดับ ในขณะที่ Tunc, T. et. al. (2000) รายงานว่า น้ำมันหอมจากยูคาลิปตัสที่ระดับความเข้มข้น 196.9 $\mu\text{L/L}$ air สามารถฆ่ามอดแป้งได้เพียง 18 เปอร์เซ็นต์

กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ และคณะ (2557) การทดสอบประสิทธิภาพการไล่และยับยั้งการวางไข่ของศัตรูน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) ต่อด้วงงวงข้าวโพดตัวเต็มวัย โดยมีค่าดัชนีการไล่ (%repellent index) มากกว่า 90% และมีอัตราการยับยั้งการวางไข่ได้ดีที่สุดเช่นกัน คือ พบด้วงงวงข้าวโพดในกลุ่มทดสอบเพียง 28.1% ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($P \leq 0.05$) และ ศศธร สิงขรอาจ และคณะ (2550) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยโหระพามีความเป็นพิษต่อด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้งบนกระดาษกรองสูงที่สุด โดยมีค่าความเป็นพิษ LC_{50} และ LC_{90} เท่ากับ 0.20 และ 0.33 $\mu\text{L.cm}^{-2}$ และ 0.64 และ 0.64 $\mu\text{L.cm}^{-2}$ ตามลำดับ สำหรับประสิทธิภาพความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยต่อด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ปรากฏว่าน้ำมันหอมระเหยจากโหระพามีความเป็นพิษต่อด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้งสูงที่สุด

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และคณะ (2548) รายงานว่าสารสกัดจากคองคิงที่สกัดด้วย methanol มีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผัก ได้ดี โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.35% (w/v) ที่ 24 ชั่วโมง ส่วนสีเขียวที่สกัดด้วย ethanol สามารถฆ่าหนอนใยผักได้ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.62% (w/v) ที่ 72 ชั่วโมง นอกจากนั้นยังพบอีกว่าสารสกัดจากผักชีลาว และผักแพรว มีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผัก และหนอนกระทู้ผัก ได้ด้วย (จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และคณะ. 2551)

2.4.1 การใช้พืชสมุนไพรในทางอาหารและยา

เนื่องจากสมุนไพรมีความสำคัญต่อสุขภาพของมนุษย์ทั้งนี้เพราะว่าร่างกายของมนุษย์ไม่เพียงแต่ต้องการสารอาหารครบถ้วนเท่านั้น แต่ยังต้องการอาหารที่ถูกสุขลักษณะและปลอดภัยจากสารที่เป็นพิษต่อสุขภาพ การรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนจากสารพิษและจุลินทรีย์นอกจากจะทำให้ร่างกายไม่ได้รับประโยชน์เท่าที่ควรแล้ว ยังก่อให้เกิดโทษต่อร่างกายที่เรียกว่าอาหารเป็นพิษ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (microbial contamination) ในอาหารกำลังได้รับความสนใจจากผู้บริโภคทั้งในระดับชาติและนานาชาติอย่างต่อเนื่อง (วันเพ็ญ เพ็ชรจันทร์ และธีรพร กงบังเกิด, 2551)

ปัจจุบันยาสมุนไพรเริ่มกลับมาได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญคือประสิทธิภาพของตัวยาในพืชสมุนไพรที่เป็นสารเคมีธรรมชาติ มีอันตรายน้อยและไม่ค่อยมีผลข้างเคียง สารสกัดที่ได้จากพืชนั้นมีหลายประเภท ถ้าจะแบ่งสารประกอบทางเคมีในพืชสมุนไพร สามารถจำแนกได้เป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ primary metabolite และ secondary metabolite สาร primary metabolite เป็นสารที่มีอยู่ในพืชชั้นสูงทั่วไป เป็นผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์แสง ส่วนสาร secondary metabolite เป็นสารที่มีลักษณะพิเศษ และแตกต่างกันไปตามแต่วิธีการของพืช ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วสารพวก secondary metabolite จะมีสรรพคุณทางยา เช่น สารไกลโคไซด์, น้ำมันหอมระเหย, แทนนิน และอัลคาลอยด์ (สุนทรีย์ สิงหนุตตรา, 2535)

Brinkhaus, B. et. al. (2000) ได้ศึกษาโครงสร้างทางเคมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา และการทดสอบทางคลินิก ของใบบัวบก พบว่าใบบัวบกมีสารสำคัญ 2 ชนิด คือ Madecassosides และ Asiaticosides ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของ Pentacyclic triterpene โดยส่วนมากมักใช้ทางการแพทย์พื้นบ้านในการรักษาแผล เส้นเลือดอุดตันและผิวหนังแตก ในทางคลินิกจะใช้ในการศึกษาเป็นยากล่อมประสาท ยาแก้ปวด และใช้ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์

วันเพ็ญ เพ็ชรจันทร์ และธีรพร กงบังเกิด (2551) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบพืช ได้แก่ ชะมวง ชะพลู ขุมเห็ดเทศ มะกรูด พลู หว่า และฝรั่ง โดยใช้น้ำในการสกัดในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในอาหาร 4 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium* และ *Escherichia coli* เมื่อทดสอบด้วยวิธี paper disc diffusion พบว่าสารสกัดจากใบชะมวงมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 4 ชนิด ได้จากการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ (MIC) ของสารสกัดจากใบชะมวงที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียในหลอดทดลองที่มีปริมาณเชื้อประมาณ $4 \log \text{CFU/mL}$ พบว่ามีค่าเท่ากับ 15 % (v/v) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อ (MBC) มีค่าเท่ากับ 20 % (v/v) การประยุกต์ใช้สารสกัดใบชะมวงโดยนำมาจุ่มแคนดูลูปตัดแต่งที่มีแบคทีเรียก่อโรคประมาณ $3 - 4 \log \text{CFU/g}$ พบว่าสามารถลดปริมาณเชื้อ *S. aureus*, *S. typhimurium*, *B. cereus* และ *E. coli* ได้ 17.99, 53.99, 24.32 และ 72.54%

พรเทพ เต็มรังสี. (2554) ได้กล่าวว่า Ahmad, et al. (2008) ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพของขมิ้นชัน พบว่าสารสกัดจากขมิ้นชันมีสารออกฤทธิ์ที่ช่วยในการป้องกันการเกิดมะเร็ง และสามารถจัดการเกี่ยวกับการติดเชื้อ และโรคเรื้อรังได้

จารุณี หนูละออง และคณะ (2555) ศึกษาผลการเสริมขมิ้นชันในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของนกกกระทาญี่ปุ่น ใช้นกกกระทาญี่ปุ่นเพศเมียอายุ 6 สัปดาห์ จำนวน 128 ตัว พบว่า การเสริมขมิ้นชันในอาหารมีผลทำให้ค่าปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเฉลี่ย และ อัตราการเปลี่ยนอาหาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีผลต่อค่าอัตราการเจริญเติบโต ($P > 0.05$)

มีผลทำให้ค่าสีไข่แดงเพิ่มขึ้น คือ ค่าความสว่าง (ค่า L) ค่าความเป็นสีแดง (a) และค่าความเป็นสีเหลือง (b) เพิ่มมากขึ้นเมื่อเสริมไขมันชั้นในอาหารที่ร้อยละ 1.5 ($P < 0.01$)

2.5 การวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบและอาหารสัตว์

จากลักษณะทางชีววิทยาของการอาศัยและเข้าทำลายของไรในโรงเก็บ ไรมักเข้าทำลายร่วมกับแมลงศัตรูในโรงเก็บหลายชนิดรวมทั้งอาหารสัตว์ ดังนั้นการป้องกันกำจัดจึงมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน เพียงแต่วิธีการที่เพิ่มความเข้มข้นและพิถีพิถันมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจาก ไรมีขนาดเล็กกว่ามาก อีกทั้งยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้หากเกิดสภาวะวิกฤตในช่วงเวลาสั้นๆ หรือสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้หากสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม อย่างไรก็ตามไรในโรงเก็บก็มีจุดอ่อนที่สำคัญ คือ ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ในที่ที่มีความชื้นต่ำ เนื่องจากจะเกิดการสูญเสียน้ำในร่างกายผ่านผนังลำตัวออกมา ดังนั้นการปรับสภาพโรงเก็บให้มีความชื้นต่ำและมีภาวะอากาศที่ดี จึงเป็นวิธีการป้องกันกำจัดไรในโรงเก็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปการป้องกันกำจัดไรในโรงเก็บอาจใช้วิธีการใด วิธีการหนึ่งหรือหลายๆ วิธีร่วมกัน (integrated pest control) (อำมร อินทร์สังข์ 2543) ดังต่อไปนี้

1. การสุขาภิบาล (sanitation) ได้แก่ การรักษาและปรับสภาพโรงเก็บและวัสดุต่างๆ รวมทั้งผลผลิตที่ได้ให้ถูกสุขลักษณะ เช่นการรักษาโรงเก็บและภาชนะบรรจุให้สะอาด มีความแข็งแรงมิดชิด ผลผลิตไม่มีการปนเปื้อน

2. การควบคุมทางกายภาพ (physical methods) ได้แก่การควบคุมโดยการลดความชื้น การลดอุณหภูมิ การให้ความร้อน การปรับสภาพอากาศในสภาพปิดโดยใช้ก๊าซออกซิเจนคาร์บอนไดออกไซด์ หรือไนโตรเจน การฉายรังสี การใช้กับดัก เช่น กับดักไฟฟ้า หรือกาวเหนียว

3. การใช้สารเคมี (pesticides) ได้แก่การใช้สารเคมีในโรงเก็บก่อนที่จะนำผลผลิตมาเก็บ การใช้สารเคมีกับเมล็ดพันธุ์โดยตรง การรมด้วยแก๊สพิษ (fumigation) โดยเฉพาะการรมด้วย เมทริลโบรไมด์ (CH_3Br) และฟอสฟีน (PH_3) นับว่าเป็นวิธีการที่นิยมมากที่สุด

4. การควบคุมโดยชีววิธี (biological control) ได้แก่การนำศัตรูธรรมชาติ เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน และเชื้อโรคมานำใช้เพื่อนการควบคุม ซึ่งเป็นวิธีที่มีขั้นตอนและรายละเอียดที่ค่อนข้างยาก จึงไม่เป็นที่นิยมนัก อย่างไรก็ตามในยุโรปบางประเทศได้มีการนำไรตัวห้ำ *Cheyletus eruditus* (schrank) มาใช้ควบคุมไรในโรงเก็บในสภาพว่างเปล่า (ก่อนการนำผลผลิตมาเก็บ) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Revsbechand, A. 1987)

5. การควบคุมโดยใช้ผลิตภัณฑ์จากพืชท้องถิ่น ได้แก่การใช้ส่วนต่างๆ ของพืชในท้องถิ่นเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของแมลงและไร นับเป็นวิธีการที่เป็นที่นิยมของเกษตรกรในเขตร้อน จากการศึกษาพบว่ามีพืชมากกว่า 2,000 ชนิด ที่มีคุณสมบัติในการขับไล่ หรือควบคุมแมลงและไรได้

2.5.1 การวิเคราะห์อาหารสัตว์ทางกายภาพ

1. สี
2. การปลอมปนที่สังเกตเห็นด้วยตา
3. ความสม่ำเสมอของเมล็ด
4. ปริมาณเมล็ดแตก
5. การเน่าเสียหรือการเกิดเชื้อรา
6. สัมผัสในกองวัสดุคิดว่ามีความร้อนเกิดขึ้นหรือไม่
7. สังเกตความชื้นด้วยการภาหรือใช้เครื่องมือวัดความชื้น
8. ตรวจสอบน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักมาตรฐาน

2.5.2 การวิเคราะห์อาหารสัตว์ทางเคมี

1. ความชื้นหรือวัตถุแห้ง (moisture or dry matter)
2. เถ้า (ash or mineral matter)
3. โปรตีนหยาบหรือโปรตีนรวม (crude protein , CP)
4. ไขมันหยาบหรือสารสกัดอีเทอร์ (crude fat or Ether extract , EE)
5. เยื่อใยหยาบ (crude fiber , CF)
6. ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรก (nitrogen-free extract , NFE)

ฉัตรภรณ์ กุณาวงค์ และคณะ (2557) รายงานว่า ฟอรัมาลดีไฮด์และกรดโพรพิโอนิกเป็นสารเคมีที่นำมาใช้ผสมอาหารสัตว์เพื่อกำจัดจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Salmonella* sp. ได้นำมาใช้ในการทดสอบการควบคุมไร *Suidasia pontifica* Oudemans ซึ่งเป็นศัตรูในโรงเก็บที่พบในอาหารไก่ พบว่า ในชุดควบคุมไร *S. pontifica* สามารถเพิ่มจำนวนได้ 1,022.00 ±388.49 ตัว และ 2,924.00 ±1,104.05 ตัว ตามลำดับ หลังปล่อยไรรเป็นเวลา 1 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ อาหารไก่ผสมฟอรัมาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิกที่ระดับความเข้มข้น 0.068:0.016 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีผลทำให้จำนวนไรลดลงเหลือ 416.00±74.48 ตัว และ 388.00 ±46.42 ตัว ต่ออาหารไก่ 200 กรัม ตามลำดับ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย

3.1.1 การเลี้ยงไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) เพื่อใช้ในการทดลอง

1. ขวดเลี้ยงไร (mite bottle)
2. อาหารที่ใช้เลี้ยง ประกอบด้วย อาหารหนูปดละเอียด จมูกข้าวสาลีและยีสต์ อัตราส่วน 4:4:1
3. ฟูกันสำหรับเชื้อไรเชื้อรา
4. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (mite chamber)

3.1.2 การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการทดลอง

1. เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย โดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) ยี่ห้อ LabHEAT ขนาด 5 L
2. ขวดแก้วก้นกลม (round bottom flask) ขนาด 5 L
3. ชิ้นส่วนของพืชสมุนไพรที่ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหย ทั้งหมด 9 ชนิด ได้แก่ กานพลู อบเชย ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน ขมิ้นชัน ข่า พริก และว่านน้ำ
4. น้ำกลั่น
5. ลูกแก้ว
6. ขวดสีชา

3.1.3 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการทดลอง

1. น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัด
2. ตัวช่วยทำละลาย ได้แก่ ethanol 95%
3. ออโตปิเปต (autopipette)
 - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 10 ml
 - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 5 ml
 - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 1000 μ l
4. ขวดสีชา
5. บีกเกอร์
6. แท่งแก้ว

3.1.4 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการกำจัดไรเชื้อรา โดยวิธีการรม และวิธีการสัมผัสในห้องปฏิบัติการ

1. ตัวเต็มวัยไรเชื้อราไม่จำกัดเพศ
2. กรงทดสอบ
3. เครื่อง knockdown chamber
4. หลอดแก้วหลอดแก้วปลายเปิดทั้งสองด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.4 cm ยาว 3 cm
5. ฟูกันสำหรับเชื้อไร
6. กล้องสเตอริโอ
7. กระจกครอบ
8. ออโตปิเปต (autopipette)
 - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 5 ml
 - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 20 μ l

3.1.5 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการกำจัดไรเชื้อรา โดยวิธีการฉีดพ่นโดยตรง ใน สภาพโรงเรือนต่อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.)

1. ไรเชื้อรา
2. น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และอบเชย
3. สารฆ่าไร
4. ตัวช่วยทำลายได้แก่ ethanol 95%
5. ถุงผ้าขนาด 15x25 cm
6. เครื่องซั่ง
7. ขวดสเปรย์เปล่า
8. ฟูกันสำหรับเชื้อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.)
9. ออโตปิเปต (autopipette)
 - ออโตปิเปตขนาด 5 ml
10. กล้องสเตอริโอ
11. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น สมุด ดินสอ ปากกา

3.1.6 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารสัตว์ทางเคมี

1. ถ้วยอลูมิเนียม
2. ตู้อบแห้ง
3. โหลดูดความชื้น (desiccator)
4. คีมคีบ

5. เครื่องชั่ง
6. เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace)
7. ถ้วยกระเบื้อง (Porcelain crucible)
8. ตู้ดูดควัน (Fume hood)
9. บีกเกอร์เบนขนาด 100 ml
10. Extraction thimble
11. Pyrex sample tube
12. Reclaiming tube
13. Beaker gasket
14. Heater cover
15. เครื่องมือสกัดไขมันแบบ Labconco Goldfish
16. เครื่องย่อยเยื่อใย Fibertec System M6
 - ชุดสกัดร้อน (Hot extract) สำหรับการย่อยด้วยกรดหรือด่าง
 - ชุดสกัดเย็น (Cold extract) สำหรับการสกัดไขมันจากตัวอย่างอาหารที่มีไขมันสูงและการคั่งน้ำออกจากตัวอย่าง หรือ กากอาหารให้แห้งสนิท
17. เตาไฟฟ้า (Hot plate)
18. Reagent bottle
19. Hot water sprayer
20. Fritted glass crucible
21. funnel
22. เตาเผา
23. เครื่องย่อยหลายหน่วย พร้อมเครื่องดูดควัน
24. เครื่องกลั่น Vapodest 30
25. เครื่องไตเตรตอัตโนมัติ
26. ฟลาสขนาด 250 ml
27. หลอดย่อยขนาด 250 ml
28. เครื่อง Automatic bomb calorimeter รุ่น AC-350
29. Crucible
30. ลวดฟิวส์ ขนาด 10 cm
31. เครื่องบด

สารเคมี

1. Diethyl ether
2. กรดกำมะถัน (H_2SO_4)
3. NaOH
4. ethanol 95%
5. Benzoic acid
6. ออกซิเจน
7. ตัวเร่งปฏิกิริยา Catalyst mixture
8. Boric acid
9. Mix indicator
10. Antifoaming
11. Celite
12. acetone

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การเพาะเลี้ยงไรเข็รธา (*Tyrophagus* sp.)

ไรเข็รธา ที่ใช้ในการทดลอง เก็บมาจากอาหารสัตว์ในเขตกรุงเทพมหานคร ทำการเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณในขวดเลี้ยงไร (mite bottle) นำมาเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณ โดยเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (mite chamber) ซึ่งมีถาดพลาสติกใส่สารละลายอิ่มตัวของ KCl เพื่อเก็บรักษาความชื้น ภายในตู้ที่ $25 \pm 1^\circ C$ ส่วนอาหารที่ใช้เลี้ยง คือ อาหารหนูบดละเอียด จมูกข้าวสาลี และยีสต์ อัตราส่วนเท่ากับ 4:4:1 (ดัดแปลงจาก Insung and Boczek, 1995) (ภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 ขวดเลี้ยงไร (mite bottle) (A) และตู้ควบคุมอุณหภูมิ (mite chamber) (B)

3.2.2. การสกัดน้ำมันหอมระเหย

นำพืชสมุนไพร 9 ชนิด ดังตารางที่ 3.1 มาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) โดยเติมน้ำพอท่วม ต้มจนเดือดเป็นเวลา 3-6 ชั่วโมง ไขส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยเก็บไว้ในภาชนะที่บดแสงในตู้เย็นอุณหภูมิ 12°C เพื่อใช้ในการทดสอบกับโรเซ็ราคต่อไป

ตารางที่ 3.1 พืชสมุนไพร

วงศ์ / ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อภาษาไทย	ส่วนของพืชที่ใช้
MYRTACEAE			
1. <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr.&L.M. Perry	Clove	กานพลู	ช่อดอกแห้ง
LAURACEAE			
2. <i>Cinnamomum bejolghota</i> (Buch.-Ham.) Sweet	Cinnamon	อบเชย	ใบ
PIPERACEAE			
3. <i>Piper betle</i> Linn.	Betel vine	พลู	ใบ
ZINGIBERACEAE			
4. <i>Alpinia nigra</i> (Gaertn.) Burt	Galanga	ข่า	เหง้า
5. <i>Zingiber cassumunar</i> Roxb	Cassumunar ginger	ไพล	เหง้า
6. <i>Curcuma longa</i> Linn.	Turmeric	ขมิ้นชัน	เหง้า
GRAMINEAE			
7. <i>Cymbopogon nardus</i> Rendle.	Citronella grass	ตะไคร้หอม	ใบ
8. <i>Cymbopogon citratus</i> (Dc.ex.Nees)	Lemon grass	ตะไคร้บ้าน	ใบ
ARACEAE			
9. <i>Acorus calamus</i> L.	Myrtle Grass	ว่านน้ำ	ราก, เหง้า

3.3 การทดสอบน้ำมันหอมระเหยต่อไรเชื้อรา

3.3.1 การทดสอบโดยวิธีการรม

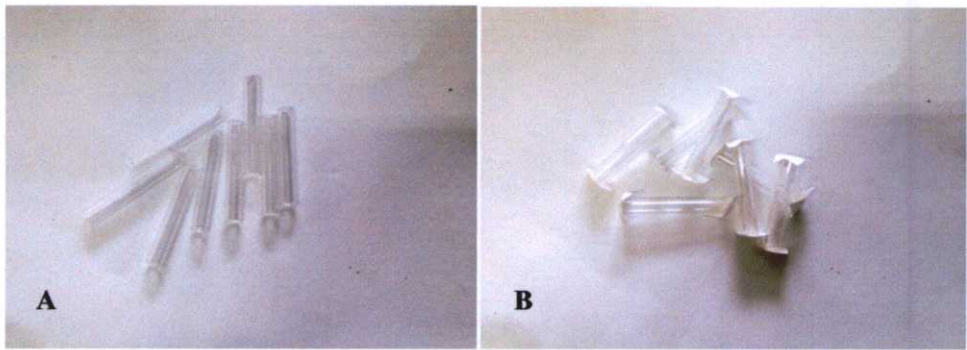
เตรียมไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) เพื่อทำการทดสอบโดยใช้ฟูกัน 1 เส้น สุ่มเจียด้วเต็มวัยของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ไม่จำกัดเพศ จำนวน 10-15 ตัว ใส่ลงในกรงทดสอบไร (mite cage) ซึ่งมีขนาดกว้างxยาวxสูง 3x5x0.45 cm ทำการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.5 1.0, 1.5, 2 และ 2.5% ใน knockdown chamber ขนาด 25 L ได้ปริมาตรสาร 0, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 และ 1.5 $\mu\text{L/L}$ air ตามลำดับ (คัดแปลงตามวิธีของอำมร และจรงค์ศักดิ์, 2552) รมนาน 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมงทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำการทดลอง ซ้ำละ 3 กรงทดสอบ (ภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 กรงทดสอบ (A) และเครื่อง Knockdown Chamber (B)

3.3.2 การทดสอบโดยวิธีการสัมผัส

ทำการทดสอบโดยหยดสารละลายน้ำมันหอมระเหยจากพืช ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.5 1.0, 1.5, 2 และ 2.5% ปริมาตร 15 μl ลงในหลอดแก้วปลายเปิดทั้งสองด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.4 cm ยาว 3 cm แล้วกลิ้งหลอดแก้วเพื่อให้น้ำมันหอมระเหยได้เคลือบหลอดแก้วด้านในได้ปริมาตรเท่ากับ 0, 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 และ 0.10 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ เจียไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) จำนวน 10 ตัว ลงในหลอดแก้ว ปิดปลายหลอดแก้วด้วยกระดาษกรอง ตรวจนับอัตราการตายที่เวลา 12 และ 24 ชั่วโมง หลังการทดสอบ ทำการทดลอง 5 ซ้ำการทดลอง ซ้ำละ 5 หลอด (ภาพที่ 3.3)



ภาพที่ 3.3 หลอดแก้วปลายเปิด (A) และหลอดแก้วปิดด้วยกระดากทรง (B)

3.4 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบและอาหารสัตว์ (ศรีสกุล วรจันทร์ และคณะ 2551)

3.4.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารสัตว์ทางเคมี เป็นการวิเคราะห์หาส่วนประกอบของอาหารสัตว์ทางเคมี (AOAC, 1995) จำนวน 6 กลุ่ม คือ

1. ความชื้น (moisture or water)
2. เถ้า (ash or mineral matter)
3. โปรตีนหยาบ หรือ โปรตีนรวม (crude protein , CP)
4. ไขมันหยาบ หรือ สารสกัดอีเทอร์ (crude fat or Ether extract , EE)
5. เยื่อใยหยาบ (crude fiber , CF)
6. ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรก (nitrogen-free extract , NFE)

3.4.1.1 การวิเคราะห์วัตถุแห้งหรือความชื้น

นำขวดซึ่งเข้าอบที่อุณหภูมิ 100°C นาน 1 ชั่วโมง (ภาพที่ 3.4A) แล้วนำออกจากตู้อบใส่ในโหลสุญญากาศความชื้นทิ้งไว้ให้เย็นประมาณครึ่งชั่วโมง (ภาพที่ 3.5B) แล้วนำมาชั่งจนได้น้ำหนักที่แน่นอนซึ่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการวิเคราะห์ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 2-3 g ใส่ลงในขวดซึ่งที่ทราบน้ำหนักแน่นอน จากนั้นนำขวดซึ่งมีน้ำหนักอาหาร ไปอบในตู้อบแห้งที่ตั้งอุณหภูมิเป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำขวดซึ่งออกจากตู้อบ ทิ้งไว้ให้เย็นในโหลสุญญากาศความชื้น เมื่อเย็นแล้วรีบนำไปชั่งน้ำหนัก และนำขวดซึ่งกลับเข้าอบในตู้อบ โดยทำเช่นเดียวกับข้อความข้างต้น จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ แสดงว่าน้ำได้ระเหยจากตัวอย่างไปหมดแล้ว (ภาพที่ 3.4)

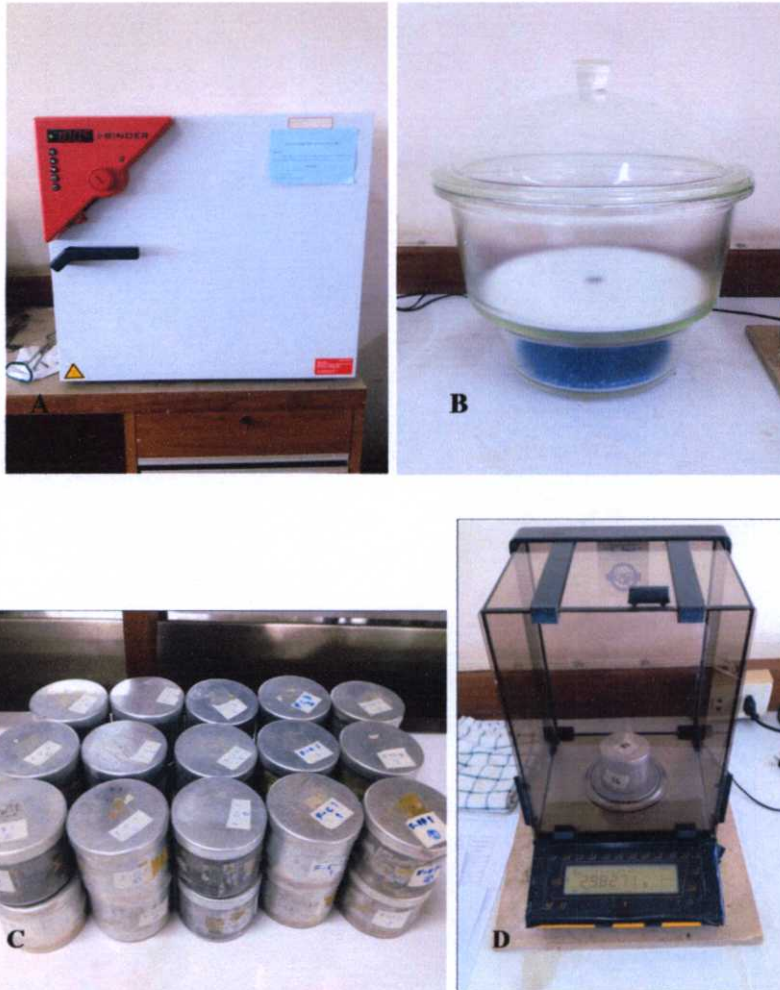
การคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น

$$\% \text{ความชื้น} = \frac{(a - b)}{w} \times 100$$

a = น้ำหนักขวดชั่งและตัวอย่างก่อนการอบ (g)

b = น้ำหนักขวดชั่งและตัวอย่างภายหลังการอบ (g)

w = น้ำหนักตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการวิเคราะห์ (g)



ภาพที่ 3.4 ตู้อบแห้ง (Hot air oven) ยี่ห้อ Binder รุ่น NANA-103468 (A) โหลตุลคความชื้น (B) ถ้วยอลูมิเนียม (C) และเครื่องชั่งน้ำหนัก (D)

3.4.2.2 การวิเคราะห์หาเถ้าทั้งหมด (Ash)

เผาด้วยกระเบื้องในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600°C เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นย้ายด้วยกระเบื้องจากเตาเผาไปไว้ในโหลตุลคความชื้น ที่ไว้ให้เย็นเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนัก 2-3 g ใส่ลงด้วยกระเบื้องที่ทราบน้ำหนัก นำตัวอย่างอาหารนี้ไปเผาในตู้ตุลควัน ให้หมดควัน แล้วจึงนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิที่ 600°C เเผาจนกระทั่งได้เถ้าเป็นสีขาวหรือสีเทา ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง ปิดเตาเผาหรือลดอุณหภูมิเตาเผาเป็น 120°C องศาเซลเซียส รอจนอุณหภูมิเตาเผาตกลงเป็น 120°C ใช้คีมคีบถ้วยกระเบื้องเตาเผา แล้ว

นำไปไว้ในโหลสุญญากาศ ชั่งน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องที่มีถ้ำอยู่ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ถ้ำทั้งหมด (ภาพที่ 3.5)

$$\% \text{ถ้ำทั้งหมด} = \frac{(b - a)}{w} \times 100$$

เมื่อ a = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง (g)

b = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องกับน้ำหนักถ้ำภายหลังเผา (g)

w = น้ำหนักของตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการวิเคราะห์ (g)



ภาพที่ 3.5 เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace) (A) และถ้วยกระเบื้อง (B)

3.4.1.3 การวิเคราะห์โปรตีนหยาบ (Crude protein)

แบบการไตเตรตโดยตรง (direct titrate) ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 0.5 g ใส่ลงในหลอดย้อยขนาด 250 ml เติม catalyst mixture 7 g เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 ml นำหลอดย้อยไปต้มบนเครื่องย่อยเปิดเครื่องสุญญากาศ ตั้งเวลาเครื่องย่อย 1 ชั่วโมงอุณหภูมิ 300°C เมื่อครบเวลา ตั้งเวลาเป็น 45 นาที อุณหภูมิ 400°C เมื่อย่อยเสร็จ ทิ้งให้เครื่องสุญญากาศเย็นจนหมด จากนั้นเมื่อหมดควันแล้วเตรียมหลอดย้อยเพื่อเข้าเครื่องกลั่นโปรตีน เติมกรดบอริก 4% หยดอินดิเคเตอร์ผสม 12 หยดต่อกรด 1000 L เติม NaOH 45% และน้ำกลั่น ทำการไตเตรตนำสารละลายสีเขียวในฟลาสไปไตเตรตกับกรดซัลฟูริกมาตรฐาน 0.1N จนได้ end point สีชมพู แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีนทั้งหมด (ภาพที่ 3.6)

$$\% \text{โปรตีนทั้งหมด} = \frac{1.4(V2 - V1)N \times 6.25}{w} = \frac{1.4(V)N \times 6.25}{w}$$



ภาพที่ 3.6 เครื่องดูดจำกัดไอกรด (Scrubber unit) ยี่ห้อ FOSS (A) และเครื่องกลั่นโปรตีน/ไนโตรเจน (Distilling unit) ยี่ห้อ FOSS (B)

3.4.1.4 การวิเคราะห์ไขมันในอาหารสัตว์ (Ether extract)

การวิเคราะห์ไขมัน โดยเครื่อง Soxtherm นำตัวอย่างอาหารห่อด้วยกระดาษกรอง 2-3 กรัม เข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100° เซลเซียส 2 ชั่วโมง นำบีกเกอร์ใส่หินเข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100° เซลเซียส 1 ชั่วโมง นำออกใส่โหลดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก เปิดเครื่องสกัดไขมันและเครื่องหมุนเวียนทำความเย็น 30 นาที นำตัวอย่างอาหารห่อด้วยกระดาษกรอง 2-3 กรัม ใส่ขวดแก้วกันแบน เติม Petroleum ether 150 ml แล้วใส่ในเครื่องสกัดไขมัน นำออกจากเครื่องไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปใส่ในโหลดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น นำออกชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ Ether extract (ภาพที่ 3.8)

$$\% \text{ไขมันทั้งหมด} = \frac{(b - a)}{w} \times 100$$

เมื่อ a = น้ำหนักของบีกเกอร์ (g)

b = น้ำหนักของบีกเกอร์ และไขมันหลังการอบ (g)

w = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร (g)



ภาพที่ 3.7 เครื่องสกัดไขมัน (Fat extraction)แบบ Soxtherm ยี่ห้อ Gerhardt

3.4.1.5 การวิเคราะห์เยื่อใยทั้งหมด (Crude fiber)

ชั่งตัวอย่างอาหารให้ได้น้ำหนัก 2-3 g ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 ml เติมน้ำกรดกำมะถันที่มีความเข้มข้น 1.25% จำนวน 200 ml ซึ่งได้ต้มจนเดือดแล้ว นำไปต้มบนเครื่องย่อยหาเยื่อใยที่มี condenser เพื่อควบคุมความเข้มข้นให้คงที่เป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายออกจากเครื่องย่อย แล้วกรองตะกอนด้วยผ้าลินินบน Buchner funnel ที่ต่อกับ filtering flask โดยอาศัย suction pump ช่วยล้างตะกอนที่ได้ด้วยน้ำกลั่นต้มร้อนจนหมดกรด



ภาพที่ 3.8 เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย (Fibertec System) ยี่ห้อ FOSS รุ่น M6

3.4.1.6 การวิเคราะห์หาพลังงาน (Gross energy)

ชั่ง Benzoic acid มาตรฐานสีขาว ใส่ลงใน crucible ประมาณ 0.7 g นำไปอัดให้แน่น แล้วทำการวิเคราะห์พลังงานในเครื่องวิเคราะห์พลังงาน รุ่น AC-350 เพื่อเป็นการวอร์มเครื่องก่อนชั่งตัวอย่างอาหาร จากนั้นชั่งตัวอย่างอาหาร ประมาณ 0.5 g ทำเช่นเดียวกับการชั่ง Benzoic acid



ภาพที่ 3.9 เครื่องวิเคราะห์พลังงานในตัวอย่างอาหารสัตว์ (Automatic bomb calorimeter) รุ่น AC-350

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติต่อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ในวัตถุดิบ และอาหารสัตว์ โดยวิธีการรม

3.5.1) การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบและอาหารสัตว์ก่อนการเข้าทำลายของไรเชื้อรา

ทำการศึกษาวัตถุดิบที่นำมาเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารสัตว์ ได้แก่ อาหารไก่ และปลายข้าว โดยทำการชั่งอาหารไก่ และปลายข้าว อย่างละ 50 กรัม 3 ซ้ำ นำไปวิเคราะห์หาคุณภาพของวัตถุดิบ และอาหารสัตว์ นำไปวิเคราะห์หาคุณภาพของวัตถุดิบและอาหารสัตว์ ทางด้านคุณค่าทางอาหารก่อนฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติ

3.5.2) การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบและอาหารสัตว์หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย จากพืชและกรดธรรมชาติ

ชั่งอาหารไก่ และปลายข้าว ใส่ถุง ถุงละ 1 กิโลกรัม อย่างละ 15 ถุง โดยจะมี 5 treatments 3 ซ้ำ จากนั้นปล่อยให้ไรใส่ในอาหารดังกล่าว ประมาณ 10,000 - 13,000 ตัว ก่อนการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหย หรือคลุกด้วยกรดธรรมชาติ เป็นเวลา 15 วัน ดังนี้

T_1 (Blank) = ไม่ใส่ไร และไม่ฉีดพ่น

T_2 (Control) = ใส่ไร และไม่ฉีดพ่น

T_3 = ใส่ไร และฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู

T_4 = ใส่ไร และฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย

T_5 = ใส่ไร และคลุกด้วยกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มลาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์โอนิก)

โดยทำการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยจากพืช ได้แก่ กานพลู อบเชย ปริมาตร 5 ml/อาหาร 1 kg และกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มลาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์โอนิก) ปริมาณ 1 g/อาหาร 1 kg ลงบนอาหารไก่ และปลายข้าว จากนั้นทำการปิดถุงเพื่อให้เกิดการรมตัวอย่างอาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจสอบนับไรทุกๆ 15 วัน โดยทำการสุ่มอาหารอย่างละ 5 g/ถุง จำนวน 3 ซ้ำ ในกรณีที่ไรไม่ลดจำนวนลง

ให้ฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติลงไปอีกครั้งหนึ่ง และนำไปวิเคราะห์หาคุณภาพของ
วัตถุดิบ และอาหารสัตว์ทางด้านคุณค่าอาหารทุกๆ 30 วัน เป็นเวลา 6 เดือน (ภาพที่ 3.10-3.12)



ภาพที่ 3.10 การฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยในอาหารไก่



ภาพที่ 3.11 การฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยในปลายข้าว



ภาพที่ 3.12 การคลุกกรดฟอรัมาลดีไฮด์ร่วมกับกรด โพรพิโอนิกในอาหารไก่
และปลายข้าว



ภาพที่ 3.13 การบรรจุอาหารไก่ และปลาข้าว

3.6. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธีการ DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS

3.6.2 การหาค่า LC_{50}

จากข้อมูลขั้นต้น ทำการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในความเข้มข้นต่างๆ กัน ด้วยวิธีการข้างต้น ใช้ Probit Analysis ในการคำนวณค่า LC_{50} โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ต่อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.)

4.1.1 การทดสอบโดยวิธีการรม โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้หอม ไพล ขมิ้นชัน ข่า ตะไคร้บ้าน พลู และว่านน้ำ ในการฆ่าไรตัวเต็มวัยไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรม พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อราได้ 92 และ 90.8% ที่ระดับความเข้มข้น 1.5 $\mu\text{L}/\text{L}$ air โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.625 และ 0.707 $\mu\text{L}/\text{L}$ air และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 1.263 และ 1.377 $\mu\text{L}/\text{L}$ air ตามลำดับ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน ไพล ตะไคร้หอม และตะไคร้บ้าน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อรา มากกว่า 80% ที่ระดับความเข้มข้น 1.5 $\mu\text{L}/\text{L}$ air โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.66, 0.819, 0.838, และ 0.956 $\mu\text{L}/\text{L}$ air ตามลำดับ และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 1.342, 1.646, 1.602 และ 1.638 $\mu\text{L}/\text{L}$ air ตามลำดับ ขณะที่พลู และว่านน้ำ มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรได้ต่ำกว่า 60% ที่ระดับความเข้มข้น 1.5 $\mu\text{L}/\text{L}$ air โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.303 และ 1.743 $\mu\text{L}/\text{L}$ air ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

4.1.2 การทดสอบโดยวิธีการสัมผัส โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้หอม ไพล ขมิ้นชัน ข่า ตะไคร้บ้าน พลู และว่านน้ำ ในการฆ่าไรตัวเต็มวัยไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการสัมผัส พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันสามารถฆ่าไรเชื้อราโดยวิธีการสัมผัสได้สูงสุด 100% ที่ 12 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.10 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.04 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ รองลงมาคือกานพลู และอบเชย และที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหย ขมิ้นชัน ไพล กานพลู และอบเชย มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อราได้มากกว่า 90% ที่ระดับความเข้มข้น 0.10 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.022, 0.029, 0.041 และ 0.043 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 0.051, 0.074, 0.082 และ 0.081 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม และตะไคร้บ้าน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อราได้มากกว่า 70% ที่ระดับความเข้มข้น 0.10 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.061 และ 0.061

$\mu\text{l}/\text{cm}^2$ ตามลำดับ และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 0.125 และ 0.134 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจากว่านน้ำ และพลู มีประสิทธิภาพฆ่าไรได้ต่ำกว่า 60% ที่ระดับความเข้มข้น 0.10 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.081 และ 0.085 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.1 เปรอร์เซ็นต์การตายของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) หลังการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้นต่างกัน ตรวจจับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง

น้ำมันหอม ระเหย จากพืช	เปอร์เซ็นต์การตาย ^v (ค่าเฉลี่ย±SD)						LC_{50}	LC_{90}	Slope±SE
	ความเข้มข้น ($\mu\text{l}/\text{L}$ air)								
	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5			
กานพลู	0.0±0.0 ^a	33.2±8.1 ^a	58.6±14.3 ^a	71.0±7.7 ^a	87.5±8.8 ^a	92.0±9.1 ^a	0.625	1.263	2.009±0.141
อบเชย	0.0±0.0 ^a	26.0±12.4 ^a	56.2±5.2 ^a	62.3±7.3 ^b	80.7±9.2 ^b	90.8±8.1 ^a	0.707	1.377	1.913±0.137
ตะไคร้หอม	0.0±0.0 ^a	25.7±13.2 ^a	41.1±9.8 ^b	52.3±2.5 ^c	74.0±11.4 ^b	83.0±9.4 ^a	0.838	1.602	1.677±0.128
ไพล	0.0±0.0 ^a	33.9±9.2 ^{ab}	33.8±7.9 ^{ab}	61.0±5.6 ^b	74.3±6.4 ^a	80.2±6.5 ^c	0.819	1.646	1.550±0.105
ขมิ้นชัน	0.0±0.0 ^a	36.7±5.8 ^a	48.5±7.9 ^a	67.8±1.9 ^a	86.0±12.2 ^a	87.8±1.5 ^a	0.66	1.342	1.895±0.124
ข่า	0.0±0.0 ^a	23.5±7.4 ^b	38.9±1.91 ^b	52.0±3.5 ^c	70.0±8.9 ^a	70.0±4.5 ^b	0.963	1.951	1.298±0.097
ตะไคร้บ้าน	0.0±0.0 ^a	10.9±1.0 ^c	33.3±13.1 ^d	43.9±7.9 ^d	71.4±4.1 ^b	80.0±6.1 ^c	0.956	1.638	1.879±0.139
พลู	0.0±0.0 ^a	8.4±4.8 ^c	17.4±5.7 ^c	26.5±4.6 ^c	48.0±5.5 ^c	57.3±4.3 ^d	1.303	2.164	1.489±0.139
ว่านน้ำ	0.0±0.0 ^a	9.3±1.6 ^c	13.7±3.3 ^c	22.2±7.2 ^c	28.6±7.4 ^d	36.8±4.5 ^c	1.743	2.984	1.032±0.137
% CV	-	31.69	22.99	11.07	11.93	8.62			

^v ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.2 เปรอร์เซ็นต์การตายของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) หลังการสัมผัสด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้นต่างกัน ตรวจจับอัตราการตายที่ 12 ชั่วโมง

น้ำมันหอม ระเหย จากพืช	เปอร์เซ็นต์การตาย ^v (ค่าเฉลี่ย±SD)						LC_{50}	LC_{90}	Slope±SE
	ความเข้มข้น ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$)								
	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10			
กานพลู	0.0±0.0 ^a	26.6±6.17 ^d	53.6±9.45 ^c	57.4±8.9 ^c	70.0±9.5 ^b	97.8±5.0 ^a	1.213	2.338	1.139±0.083
อบเชย	0.0±0.0 ^a	24.2±5.0 ^c	36.3±6 ^d	61.9±11.0 ^c	72.2±5.2 ^b	95.3±6.4 ^a	1.213	2.338	1.139±0.083
ตะไคร้หอม	0.0±0.0 ^a	19.17±6.3 ^b	26.9±3.4 ^b	47.8±3.4 ^a	49.7±5.5 ^a	55.7±12.9 ^a	1.213	2.338	0.705±0.072
ไพล	0.0±0.0 ^a	35.0±6.3 ^a	45.5±4.4 ^a	81.9±5.9 ^a	71.4±10.9 ^b	75.2±9.8 ^b	0.059	1.108	21.58±1.780
ขมิ้นชัน	0.0±0.0 ^a	33.3±5.1 ^a	45.3±8.4 ^a	72.7±7.5 ^b	100±0.0 ^a	100.0±0.0 ^a	0.04	0.069	48.70±3.071
ข่า	0.0±0.0 ^a	27.66±8.4 ^a	29.5±8.0 ^b	71.0±7.8 ^b	62.3±3.4 ^b	62.3±3.9 ^c	0.063	0.131	19.01±1.749
ตะไคร้บ้าน	0.0±0.0 ^a	23.64±4.6 ^b	32.7±9.7 ^{ab}	34.2±6.0 ^{ab}	40.8±12.3 ^c	43.0±14.2 ^a	2.482	5.105	0.489±0.069
พลู	0.0±0.0 ^a	19.36±6.5 ^d	26.5±4.9 ^c	32.4±4.8 ^{bc}	37.4±2.8 ^b	48.3±6.5 ^a	2.482	5.105	0.578±0.072
ว่านน้ำ	0.0±0.0 ^a	19.6±4.7 ^c	23.6±9.3 ^{bc}	28.7±5.0 ^b	46.4±7.5 ^a	42.5±5.2 ^a	2.458	4.679	0.577±0.072
% CV	27.26	22.47	17.15	14.73	14.37				

^v ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การตายของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) หลังการสัมผัสด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้นต่างๆกัน ตรวจสอบอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง

น้ำมันหอม ระเหย จากพืช	เปอร์เซ็นต์การตาย ^v (ค่าเฉลี่ย±SD)						LC ₅₀	LC ₉₀	Slope±SE
	ความเข้มข้น (µl/cm ³)								
	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10			
กานพลู	0.0±0.0 ^a	41.1±7.5 ^c	56.7±4.8 ^b	66.1±8.3 ^b	81.1±8.0 ^b	100.0±0.0 ^a	0.041	0.082	30.744±2.201
อบเชย	0.0±0.0 ^a	35.2±4.3 ^{ab}	46.9±4.9 ^{bc}	71.9±12.5 ^{bc}	82.7±5.9 ^b	94.3±7.8 ^a	0.043	0.081	33.738±2.333
ตะไคร้หอม	0.0±0.0 ^a	27.5±4.2 ^{cd}	39.4±4.2 ^{cd}	64.4±8.9 ^c	59.9±8.0 ^b	70.7±9.5 ^b	0.061	0.125	19.849±1.769
ไพล	0.0±0.0 ^a	60.4±9.4 ^b	72.4±17.4 ^a	81.9±5.9 ^{ab}	94.2±8.1 ^a	91.6±7.9 ^a	0.029	0.074	28.47±2.138
ขมิ้นชัน	0.0±0.0 ^a	72.8±10.3 ^a	83.0±10.8 ^a	86.3±9.0 ^a	100±0.0 ^a	100±0.0 ^a	0.022	0.051	44.69±3.542
ข่า	0.0±0.0 ^a	50.3±9.9 ^b	52.8±15.5 ^b	73.9±10.2 ^b	80.5±8.7 ^b	73.5±7.5 ^b	0.043	0.109	19.38±1.725
ตะไคร้บ้าน	0.0±0.0 ^a	37.6±4.6 ^{cd}	44.0±5.5 ^{cd}	49.1±4.4 ^d	59.6±8.2 ^c	71.9±7.3 ^b	0.061	0.134	17.541±1.717
พลู	0.0±0.0 ^a	30.7±6.0 ^{cd}	33.2±3.1 ^d	38.2±8.6 ^d	42.6±6.3 ^d	55.6±6.9 ^c	0.085	0.178	13.722±1.710
ว่านน้ำ	0.0±0.0 ^a	25.4±4.5 ^{cd}	33.2±7.3 ^d	40.3±3.8 ^d	50.2±4.2 ^d	54.9±8.9 ^c	0.081	0.163	15.488±1.741
%CV	-	16.28	16.56	13.05	9.32	8.81			

^v ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติต่อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ในวัตถุดิบ และอาหารสัตว์

4.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติต่อไรเชื้อรา

ในอาหารไก่โดยวิธีการรม

จากการชั่งอาหารไก่ ใส่น้ำมันหอมระเหย 1 กิโลกรัม อย่างละ 15 ถุง โดยจะมี 5 treatment 3 ซ้ำ จากนั้นปล่อยไรในอาหารไก่ ประมาณ 10,000 - 13,000 ตัว ทำการสุ่มตรวจนับไร และทำการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยจากพืช ได้แก่ กานพลู อบเชย ปริมาตร 5 ml/ อาหาร 1 kg และคลุกด้วยกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มิก) ไฮดรอกซีร่วมกับกรดโพธิ์อินิก) ปริมาตร 1 g/ อาหาร 1 kg จากนั้นทำการปิดถุงเพื่อให้เกิดการรวมตัวอย่างอาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังการฉีดพ่นครั้งที่ 1 ในช่วงวันที่ 30 พบว่าไรเชื้อราใน T₃, T₄ และ T₅ มีจำนวนไรเฉลี่ย 670±206.81, 675.67±202.77 และ 563.58±166.48 ตัว/อาหาร 1 kg ตามลำดับและเมื่อทำการฉีดพ่นครั้งที่ 2 พบว่าไรเชื้อรา T₃, T₄ และ T₅ มีจำนวนไรเชื้อราลดลง โดยมีจำนวนไรเฉลี่ย 278.44±45.92, 304±78.9 และ 185.13±74.76 ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม โดยในกลุ่มควบคุมมีจำนวนไรเฉลี่ย 83.36±110.08 ตัว/อาหาร 1 kg ตามลำดับในส่วนของการฉีดพ่นไรตัวห้ำ (*Cheyletus* sp.) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติ มีผลต่อไรตัวห้ำเช่นเดียวกัน เนื่องจากในช่วงวันที่ 45 ไรมีจำนวนลดลงทั้ง T₃, T₄ และ T₅ โดยมีไรเฉลี่ย 70.11±51.35, 84.76±78.94 และ 70.66±45.06 ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม (p<0.05) ที่พบจำนวนไรเฉลี่ย 105.96±55.11ตัว/อาหาร 1 kg (ภาพที่ 4.1-4.2)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ในอาหารไก่ หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ

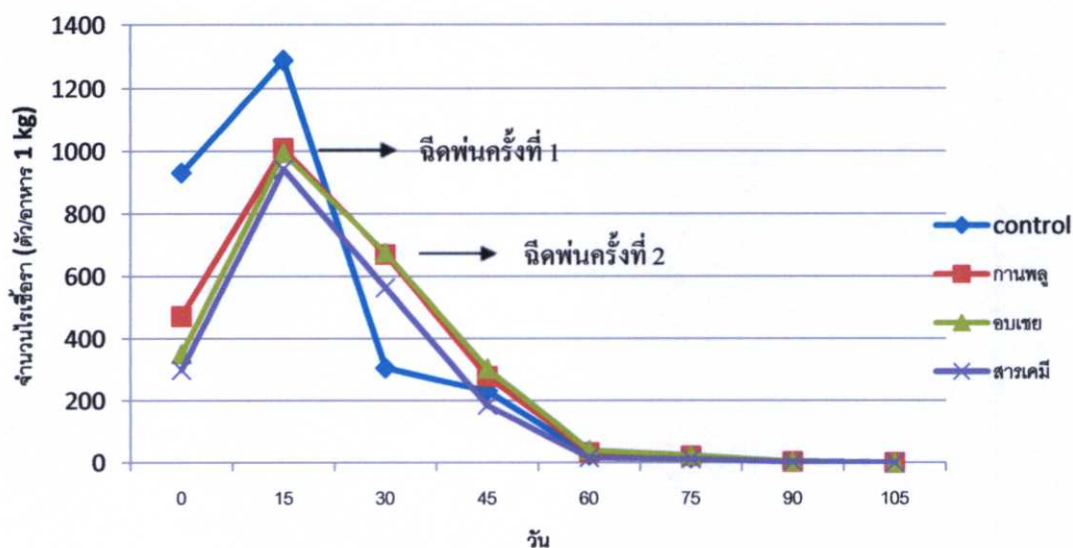
Treatment	ระยะเวลาในการตรวจนับไรเชื้อรา (วัน)							
	0	15	30	45	60	75	90	105
Control	930.93±365.55 ^A	1289.18±84.06 ^A	306.82±84.06 ^C	83.36±110.08 ^C	23.67±11.58 ^C	14.49±4.24 ^A ^B	4.29±0.71 ^A	0.42±0.21 ^A
กานพลู	472.24±136.25 ^B	1008.56±142.57 ^B	670.31±206.81 ^A	278.44±45.92 ^A	33.13±8.17 ^B	21.40±13.64 ^{AB}	3.02±0.51 ^C	0.07±0.1 ^B
อบเชย	350.64±241.01 ^B	994.2±89.75 ^B	675.67±202.77 ^A	304±78.90 ^A	40.98±2.59 ^A	23.16±12.73 ^A	3.5±1.21 ^B	0.13±0.14 ^B
กรดธรรมชาติ	299.76±930.93 ^B	942.87±124.66 ^B	563.58±166.48 ^A	185.13±74.26 ^A	16.24±2.63 ^D	11.13±3.25 ^B	2.4±0.28 ^D	0.02±0.07 ^B

¹ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละแถวแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P<0.05 โดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

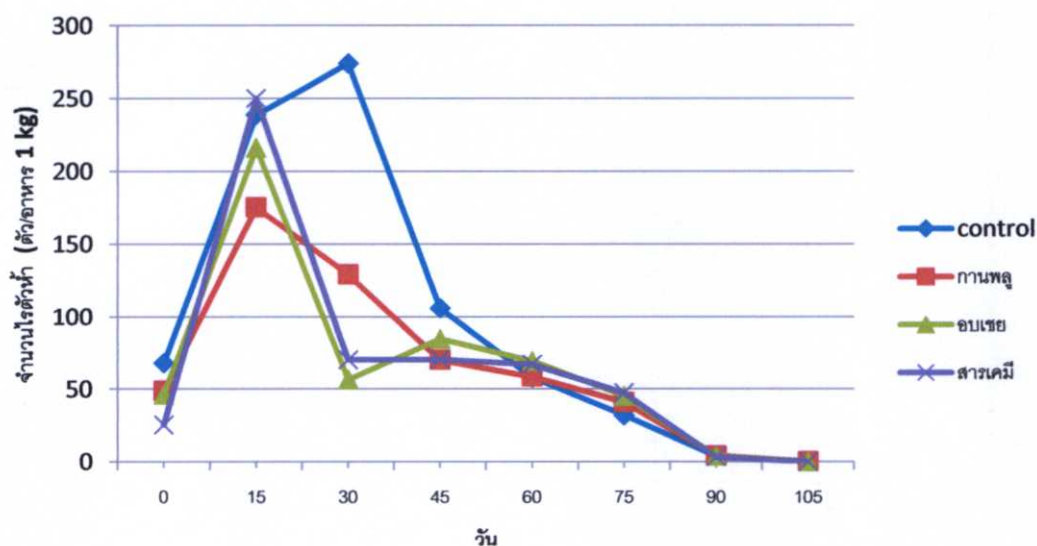
ตารางที่ 4.5 ปริมาณของไรตัวห้ำ (*Cheyletus* sp.) ในอาหารไก่ หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ

Treatment	ระยะเวลาในการตรวจนับไรตัวห้ำ (วัน)							
	0	15	30	45	60	75	90	105
Control	67.93±19.51 ^A	238.71±69.22 ^{AB}	274.18±309.41 ^A	105±55.11 ^A	57.91±32.54 ^A	32.02±38.77 ^A	4.02±0.55 ^{AB}	0.40±0.14 ^A
กานพลู	48.48±6.44 ^B	175.27±57.55 ^B	129.16±57.36 ^{AB}	70.11±51.35 ^A	58.51±53.41 ^A	41.09±61.95 ^A	4.36±0.83 ^A	0.36±0.13 ^{AB}
อบเชย	46.2±12.67 ^B	216.16±69.33 ^{AB}	56.56±26.99 ^B	84.76±78.94 ^A	69.4±50.68 ^A	45.24±60.12 ^A	4.02±0.76 ^{AB}	0.24±0.17 ^B
FP	25.49±10.15 ^C	250.22±69.96 ^A	70.29±44.52 ^B	70.6±45.06 ^A	67.02±66.59 ^A	47.33±66.59 ^A	3.44±0.96 ^B	0.07±0.14 ^C

¹ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละแถวแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P<0.05 โดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 4.1 จำนวนที่พบไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ในอาหารไก่ ก่อนและหลังการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิโอนิก)



ภาพที่ 4.2 แสดงจำนวนไรตัวห้ำ (*Cheyletus* sp.) ในอาหารไก่ ก่อนและหลังการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิโอนิก)

4.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติต่อไรเชื้อรา

ในปลายข้าวโดยวิธีการรม

จากการซั่งปลายข้าว ใส่งูง ฤงละ 1 กิโลกรัม อย่งละ 15 ฤง โดยจะมี 5 treatment 3 ซ้ำ จากนั้นปล่อยไรในอาหารไก่อ่ ประมาณ 10,000 - 13,000 ตัว ทำการสุ่มตรวจนับไร และทำการฉีดพ่น้ำมันหอมระเหยจากพืช ได้แก่ กานพลู อบเชย ปริมาตร 5 ml/ปลายข้าว 1 kg และคลุกด้วยกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มลาคีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิโอนิก) ปริมาตร 2 g/ ปลายข้าว 1 kg จากนั้นทำการปิดฤงเพื่อให้เกิดการรมตัวอย่างอาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าหลังจากการฉีดพ่นครั้งที่ 1 ทั้ง T₃, T₄ และ T₅ มีจำนวนไรเชื้อราเฉลี่ย 5.58±3.86, 1.76±2.25 และ 3.64±4.81 ตัว/ปลายข้าว 1 kg ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม ที่พบจำนวนไรเชื้อราเฉลี่ย 69.02±60.69 ตัว และในช่วงวันที่ 30 พบว่า T₃, T₄ และ T₅ มีจำนวนไรเชื้อราลดลง โดยมีไรเชื้อราเฉลี่ย 3.07±1.67, 3.53±2.06 และ 1.78±1.28 ตัว /ปลายข้าว 1 kg ซึ่งมีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม (p≤0.05) ที่พบจำนวนไรเฉลี่ย 4.76±3.57 /ปลายข้าว 1 kg ตัว ในส่วนของไรตัวห้า (*Cheyletus* sp.) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติ มีผลต่อไรตัวห้าเช่นเดียวกัน หลังจากฉีดพ่นในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า ใน T₃, T₄ T₅ มีจำนวนไรตัวห้าลดลง โดยมีไรตัวห้าเฉลี่ย 16.36±14.37, 24.67±13.71 และ 10.02±5.83 ตัว ซึ่งความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม (p≤0.05) ที่พบไรตัวห้าเฉลี่ย 22.62±13.06 /อาหาร 1 kg (ภาพที่ 4.3-4.4)

ตารางที่ 4.6 ปริมาณของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ในปลายข้าว หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ

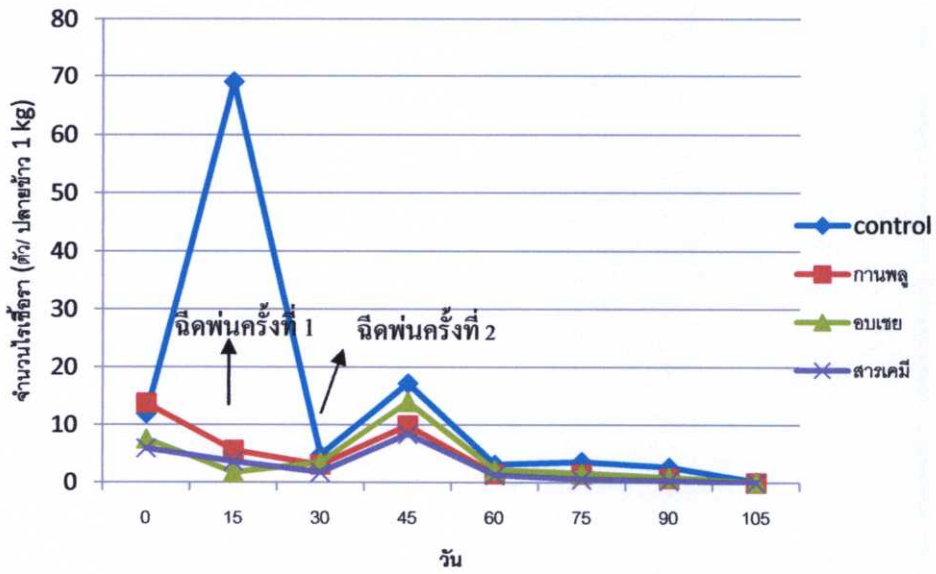
Treatment	ระยะเวลาในการตรวจนับไรเชื้อรา (วัน)							
	0	15	30	45	60	75	90	105
control	11.93±16.79 ^A	69.02±60.90 ^A	4.76±3.57 ^A	17.20±17.11 ^A	3.11±0.81 ^A	3.58±0.67 ^A	2.67±0.56 ^A	0.18±0.16 ^A
กานพลู	13.76±14.62 ^A	5.58±3.86 ^B	3.07±1.67 ^{AB}	9.89±10.03 ^A	1.47±0.36 ^C	1.47±0.26 ^B	0.76±0.17 ^B	0.00±0.00 ^B
อบเชย	7.53±2.26 ^A	1.76±2.25 ^B	3.53±2.06 ^{AB}	13.98±11.11 ^A	3.18±0.53 ^B	1.60±0.30 ^B	0.93±0.20 ^B	0.09±0.11 ^{AB}
กรดธรรมชาติ	5.89±1.50 ^A	3.64±4.81 ^B	1.78±1.28 ^B	8.36±6.12 ^A	1.27±0.46 ^C	0.56±0.26 ^C	0.33±0.20 ^C	0.02±0.07 ^B

^Aค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละแถวแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P<0.05 โดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

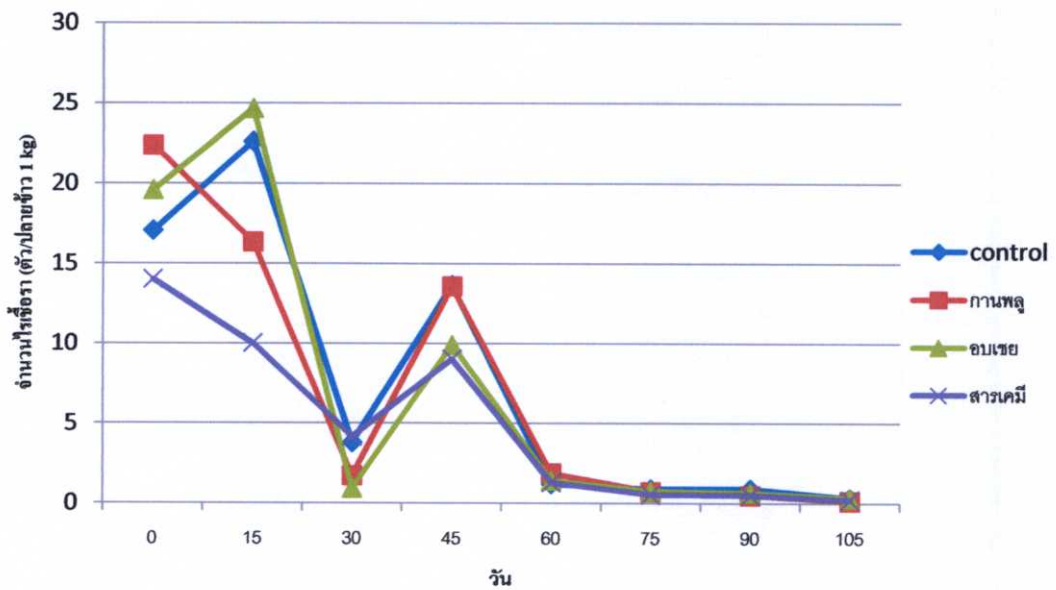
ตารางที่ 4.7 ปริมาณของไรตัวห้ำ (*Cheyletus* sp.) ในปลายข้าว หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ

Treatment	ระยะเวลาในการตรวจนับไรตัวห้ำ (วัน)							
	0	15	30	45	60	75	90	105
control	17.07±5.29 ^{AB}	22.62±13.06 ^A	3.80±1.57 ^A	13.64±19.68 ^A	1.2±0.88 ^A	0.89±0.59 ^A	0.89±0.27 ^A	0.31±0.15 ^A
กานพลู	22.38±9.04 ^A	16.36±14.37 ^{AB}	1.71±1.65 ^B	13.58±19.73 ^A	1.87±1.38 ^A	0.73±0.28 ^A	0.49±0.28 ^B	0.13±0.14 ^B
อบเชย	19.64±4.01 ^{AB}	24.67±13.71 ^A	0.93±0.95 ^B	9.91±14.13 ^A	1.42±1.07 ^A	0.76±0.37 ^A	0.64±0.24 ^{AB}	0.31±0.11 ^A
กรดธรรมชาติ	14.02±2.39 ^B	10.02±5.83 ^B	4.16±1.39 ^A	9.02±6.35 ^A	1.29±0.49 ^A	0.53±0.36 ^A	0.49±0.28 ^B	0.20±0.10A ^B

^Aค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละแถวแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P<0.05 โดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 4.3 จำนวนที่พบไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ในปลายข้าว ก่อนและหลังฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรฟิโอนิก)



ภาพที่ 4.4 แสดงจำนวนไรตัวห้ำ (*Cheyletus* sp.) ในปลายข้าว ก่อนและหลังฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติ (กรดฟอร์มัลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรฟิโอนิก)

4.3 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบและอาหารสัตว์

4.3.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารสัตว์ทางเคมี

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารสัตว์ทางเคมีของอาหารไก่ ได้นำอาหารไก่ แบ่งเป็น 5 Treatment ได้แก่ $T_1 = \text{blank}$, $T_2 = \text{control}$, $T_3 = \text{อาหารที่ฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย จากกานพลู}$, $T_4 = \text{อาหารที่ฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย}$ และ $T_5 = \text{อาหารที่คลุกกรด ธรรมชาติ (กรดฟอร์มลาคีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิโอนิก)}$ จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางเคมี คือ วิเคราะห์ วัตถุแห้ง, ไขมัน, เถ้า, พลังงาน, เยื่อใย และ โปรตีน พบว่า น้ำหนักแห้งครั้งที่ 5 ใน Tr_3 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 88.9% รองลงมาคือ T_5 , Tr_4 , Tr_2 และ Tr_1 เท่ากับ 88.9, 88.7, 88.4 และ 88.3% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งที่ 1 พบว่า Tr_1 มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูงสุดคือ 88.6% รองลงมาคือ Tr_3 , Tr_2 , Tr_5 และ Tr_4 เท่ากับ 88.5, 88.5, 88.4 และ 88.3% ตามลำดับ ซึ่งไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การวิเคราะห์ปริมาณไขมันของอาหารไก่ พบว่า ปริมาณไขมัน ครั้งที่ 5 ใน T_4 มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงสุด คือ 2.3% รองลงมาคือ Tr_3 , Tr_5 , Tr_2 และ Tr_1 เท่ากับ 2.2, 1.6, 1.6 และ 1.6% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งที่ 1 พบว่า ใน T_5 มีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูงสุด คือ 4.6% รองลงมาคือ T_4 , T_2 , Tr_3 และ T_1 เท่ากับ 4, 3.8, 3.8 และ 3.7% ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่าง กันทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 4.4) การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้าของอาหารไก่ พบว่า ครั้งที่ 5 ใน Tr_3 มีเปอร์เซ็นต์เถ้าสูงสุด คือ 7% รองลงมาคือ Tr_2 , Tr_3 , Tr_4 และ Tr_1 เท่ากับ 6.8, 6.6, 6.6 และ 6.4% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งที่ 1 พบว่า Tr_4 และ Tr_5 มีเปอร์เซ็นต์เถ้าสูงสุดคือ 6.2% รองลงมา คือ Tr_2 , Tr_1 และ Tr_3 เท่ากับ 6.2, 6.2 และ 6.1% ตามลำดับ ซึ่ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การ วิเคราะห์หาพลังงานของอาหารไก่ พบว่า ครั้งที่ 5 ใน Tr_4 มีพลังงานสูงสุดคือ 4266.1 Kgcg/kg รองลงมาคือ Tr_3 , Tr_5 , Tr_2 และ Tr_1 เท่ากับ 4240.33, 4206.97, 4201.27 และ 4291.20 Kgcg/kg ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งที่ 1 พบว่า ใน Tr_1 มีพลังงานสูงสุดคือ 4349.86 Kgcg/kg รองลงมาคือ Tr_2 , Tr_3 , Tr_4 และ Tr_5 เท่ากับ 4347.09, 4346.83, 4334.47 และ 4333.43 Kgcg/kg ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 4.5) การวิเคราะห์หาเยื่อใยของอาหาร ไก่ พบว่า T_1 มีเยื่อใยสูงสุดคือ 4.4% รองลงมาคือ T_2 , Tr_4 , Tr_5 และ T_3 มีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยเท่ากับ 4.1, 4.1, 4.1 และ 3.9% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งที่ 1 พบว่า Tr_5 มีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยสูงสุด คือ 3.9% รองลงมาคือ Tr_2 , Tr_1 , Tr_3 และ Tr_4 เท่ากับ 3.8, 3.8, 3.7 และ 3.5% ตามลำดับ ซึ่งมีความ แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) และการวิเคราะห์หาโปรตีนของอาหารไก่ พบว่า ครั้งที่ 5 ใน Tr_1 มี เปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงสุดคือ 24.9% รองลงมาคือ Tr_4 , Tr_2 , Tr_3 และ Tr_5 มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 24.4, 24.4, 24.2 และ 24.1 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.6)

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารสัตว์ทางเคมีของปลายข้าว ได้นำปลายข้าว แบ่งเป็น 5 Treatment ได้แก่ $T_1 = \text{blank}$, $T_2 = \text{control}$, $T_3 =$ อาหารที่ฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย จากกานพลู, $T_4 =$ อาหารที่ฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย และ $T_5 =$ อาหารที่คลุกกรด ธรรมชาติ (กรดฟอร์มิกและกรดโพรพิโอนิก) จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางเคมี คือ วิเคราะห์ วัตถุแห้ง, พลังงาน และโปรตีน พบว่าน้ำหนักแห้งครั้งที่ 5 ใน T_2 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนัก แห้งสูงที่สุดคือ 87.4% รองลงมาคือ T_4 , T_1 , T_3 และ T_5 มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเท่ากับ 87.39, 87.3, 87.3 และ 87.29% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งที่ 1 พบว่า T_2 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูง ที่สุดคือ 87% รองลงมาคือ T_5 , T_3 , T_4 และ T_1 มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งเท่ากับ 86.8, 86.8, 86.7 และ 86.6% ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.7) การวิเคราะห์หา พลังงานงานของปลายข้าว พบว่า พลังงานครั้งที่ 5 ใน T_3 มีพลังงานสูงที่สุดคือ 4,167.05 Kcal/kg รองลงมาคือ T_4 , T_2 , T_5 และ T_1 เท่ากับ 4,165.39, 4,160.80, 4,159.27 และ 4,152.97 Kcal/kg ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับครั้งที่ 1 พบว่า T_1 มีพลังงานสูงที่สุดคือ 4,194.65 Kcal/kg รองลงมา คือ T_5 , T_4 , T_3 และ T_2 มีพลังงานเท่ากับ 4,278, 4,164.8, 4,159.75 และ 4,157.5 Kcal/kg ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.8) และการวิเคราะห์หาโปรตีน ของปลายข้าว พบว่าโปรตีนครั้งที่ 5 ใน T_2 มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงที่สุดคือ 8.1% รองลงมาคือ T_4 , T_1 , T_4 และ T_5 มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 8.06, 8, 7.91 และ 7.9% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ ครั้งที่ 1 พบว่า T_1 มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงที่สุดคือ 8.1% รองลงมาคือ T_4 , T_3 , T_4 และ T_5 มี เปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 8, 7.9, 7.9 และ 7.9% ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.8 ปริมาณวัตถุแห้งและไขมันในอาหารไก่ หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ

Treatment	วัตถุแห้ง (%)					ไขมัน (%)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
Blank	88.6±0.13 ^A	89.4±0.35 ^A	89.6±0.20 ^{AB}	88.7±0.5 ^A	88.3±0.18 ^B	3.7±0.07 ^B	1.5±0.18 ^D	1.4±0.13 ^{BC}	1.5±0.18 ^C	1.6±0.07 ^B
Control	88.5±0.3 ^A	89.4±0.17 ^A	89.8±0.04 ^A	89.3±0.31 ^A	88.4±0.3 ^B	3.8±0.23 ^B	1.6±0.24 ^{CD}	1.6±0.04 ^{ABC}	1.7±0.25 ^{BC}	1.6±0.11 ^B
กานพลู	88.5±0.86 ^A	89.6±0.27 ^A	89.8±0.12 ^{AB}	89.3±0.21 ^A	88.9±0.05 ^A	3.8±0.04 ^B	2.3±0.13 ^B	1.9±0.24 ^{AB}	1.9±0.12 ^B	2.2±0.48 ^A
อบเชย	88.3±0.23 ^A	89.6±0.1 ^A	89.6±0.22 ^A	89.5±0.06 ^A	88.7±0.03 ^A	4.0±0.19 ^B	2.7±0.32 ^A	2.0±0.52 ^A	2.6±0.32 ^A	2.3±0.38 ^A
กรดธรรมชาติ	88.4±0.19 ^A	89.4±0.01 ^A	89.5±0.11 ^B	89.1±0.09 ^{AB}	88.9±0.0 ^A	4.6±0.17 ^A	2.0±0.19 ^{BC}	1.3±0.05 ^C	1.9±0.09 ^{BC}	1.6±0.14 ^B

^vค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละแถวแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P<0.05 โดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 4.9 ปริมาณเถ้า และพลังงานของอาหารไก่ หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ

Treatment	เถ้า (%)					พลังงาน (Kcal/kg)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
Blank	6.2±0.06 ^A	6.4±0.07 ^{AB}	7.3±1.0 ^A	7.0±0.22 ^A	6.4±0.83 ^A	4349.86±19.17 ^A	4232.02±29.17 ^B	4216.27±4827 ^B	4212.62±14.0 ^A	4191.20±16.12 ^C
Control	6.2±0.08 ^A	6.3±0.16 ^B	6.4±0.06 ^{AB}	6.9±0.12 ^A	6.8±0.19 ^A	4347.09±11.18 ^A	4240.02±13.26 ^B	4227.17±11.96 ^B	4201.3±12.64 ^A	4201.27±29.93 ^{BC}
กานพลู	6.1±0.06 ^A	6.4±0.08 ^{AB}	6.2±0.16 ^B	6.6±0.11 ^{AB}	6.6±0.13 ^A	4346.83±25.96 ^A	4280.75±23.79 ^{AB}	4263.80±9.88 ^{AB}	4222.05±17.49 ^A	4240.33±3054 ^{AB}
อบเชย	6.2±0.12 ^A	6.3±0.11 ^B	6.3±0.12 ^B	6.4±0.46 ^B	6.6±0.05 ^A	4334.47±8.96 ^A	4326.71±19.37 ^A	4287.63±24.08 ^A	4244.0±53.90 ^A	4266.1±14.48 ^A
กรดธรรมชาติ	6.2±0.12 ^A	6.7±0.19 ^A	6.7±0.12 ^{AB}	6.8±0.12 ^{AB}	7.0±0.06 ^A	4333.43±19.38 ^A	4263.97±3618 ^B	4228.63±15.51 ^B	4240.41±11.17 ^A	4206.97±24.80 ^{BC}

^vค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละแถวแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P<0.05 โดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 4.10 ปริมาณเชื้อยีสและโปรตีน ของอาหารไก่ หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ

Treatment	เชื้อยีส (%)					โปรตีน (%)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
Blank	3.8±0.11 ^A	4.0±0.01 ^{AB}	4.3±0.09 ^A	4.3±0.09 ^A	4.4±0.11 ^A	22.9±0.21 ^A	23.4±0.22 ^{BC}	23.5±0.09 ^A	24.6±0.69 ^A	24.9±0.55 ^A
Control	3.8±0.14 ^{AB}	4.1±0.04 ^A	4.2±0.06 ^{AB}	4.2±0.11 ^{AB}	4.1±0.22 ^B	22.9±0.13 ^A	23.3±0.08 ^C	23.8±0.68 ^A	24.1±0.18 ^{AB}	24.4±0.23 ^{AB}
กานพลู	3.7±0.14 ^{AB}	4.2±0.13 ^A	4.0±0.11 ^B	3.9±0.12 ^C	3.9±0.07 ^B	22.9±0.4 ^A	26.7±0.13 ^A	23.7±0.13 ^A	24.0±0.12 ^{AB}	24.2±0.34 ^B
อบเชย	3.5±0.17 ^B	3.9±0.25 ^B	4.0±0.15 ^B	4.0±0.04 ^{BC}	4.1±0.09 ^B	23.0±0.21 ^A	23.7±0.11 ^{AB}	23.7±0.13 ^A	23.7±0.17 ^B	24.4±0.26 ^{AB}
กรดธรรมชาติ	3.9±0.06 ^A	4.1±0.07 ^A	4.2±0.02 ^{A^B}	4.0±0.11 ^C	4.1±0.05 ^B	22.8±0.17 ^A	23.8±0.17 ^A	23.7±0.06 ^A	23.9±0.3 ^{AB}	24.1±0.08 ^B

^vค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละแถวแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P < 0.05 โดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 4.11 ปริมาณวัตถุแห้งของปลายข้าว หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ

Treatment	วัตถุแห้ง (%)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
Blank	86.6±0.05 ^B	87.7±0.13 ^A	87.7±0.20 ^A	87.6±0.19 ^{AB}	87.3±0.16 ^A
Control	87.0±0.18 ^A	87.6±0.14 ^A	87.6±0.10 ^A	87.3±0.23 ^B	87.4±0.17 ^A
กานพลู	86.8±0.05A ^B	88.1±0.32 ^A	88.1±0.29 ^A	87.8±0.12 ^A	87.3±0.08 ^A
อบเชย	86.7±0.11 ^B	86.3±0.3 ^B	87.6±0.41 ^A	87.53±0.29 ^{AB}	87.39±0.06 ^A
กรดธรรมชาติ	86.8±0.08A ^B	86.9±0.11 ^B	87.4±0.08 ^A	87.69±0.10 ^{AB}	87.29±0.09 ^A

^vค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละแถวแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P<0.05

โดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 4.12 ปริมาณพลังงาน ของปลายข้าว หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ

Treatment	พลังงาน (Kgcal/kg)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
Blank	4194.65±4.00 ^A	4145.1±30.69 ^A	4145.0±4.2 ^A	4141.20±17.84 ^A	4152.97±21.0 ^A
Control	4157.50±16.35 ^A	4118.85±661.49 ^A	4118.85±21.26 ^A	4151.45±21.34 ^A	4160.80±18.48 ^A
กานพลู	4159.75±12.78 ^A	4148.5±19.79 ^B	4148.5±22.02 ^A	4140.10±22.8 ^A	4167.05±5.34 ^A
อบเชย	4164.8±98.93 ^A	4173.9±19.87 ^A	4134.32±47.66 ^A	4146.22±32.72 ^A	4165.39±6.72 ^A
กรดธรรมชาติ	4178.0±6.92 ^A	4168.53±23.49 ^A	4160.03±21.48 ^A	4146.63±19.08 ^A	4159.27±7.74 ^A

^vค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละแถวแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P<0.05

โดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ 4.13 ปริมาณโปรตีนของปลายข้าว หลังจากฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ

Treatment	โปรตีน (%)				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
Blank	8.1±0.07 ^A	8.0±0.05 ^A	8.0±0.04 ^A	8.04±0.06 ^A	8.0±0.11 ^A
Control	7.9±0.01 ^A	8.1±0.07 ^A	8.1±0.13 ^A	8.1±0.07 ^A	8.1±0.09 ^A
Clove	7.9±0.16 ^A	8.0±0.04 ^A	8.0±0.08 ^A	7.9±0.09 ^A	7.9±0.05 ^A
Cinnamon	8.0±0.06 ^A	7.91±0.04 ^A	8.13±0.22 ^A	8.07±0.06 ^A	8.06±0.1 ^A
FP	7.9±0.06 ^A	7.95±0.01 ^A	8.08±0.04 ^A	8.12±0.15 ^A	7.91±0.0 ^A

^vค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละแถวแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น P<0.05

โดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ ต่อไรเชื้อรา

(*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรม และวิธีการสัมผัส

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้หอม ไพล ขมิ้นชัน ข่า ตะไคร้บ้าน พลู และว่านน้ำ ในการฆ่าไรตัวเต็มวัยไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรม พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อราได้มากกว่า 90% ที่ระดับความเข้มข้น 1.5 $\mu\text{L/L}$ air ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ อัมร อินทร์สังข์ และจรงค์ศักดิ์ พุมนวน (2553) รายงานว่า โดยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้หอมมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรในโรงเก็บมากกว่า 70% ที่ 24 ชั่วโมง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.504, 0.614 และ 0.895 $\mu\text{L/L}$ air ตามลำดับ และจากการศึกษาของ จรงค์ศักดิ์ พุมนวนและอัมร อินทร์สังข์ (2555) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และสารประกอบที่ออกฤทธิ์ในการฆ่าไรในโรงเก็บคือ eugenol สามารถฆ่าไร *Suidasia pontifica* ได้ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.419, 0.467 และ 0.378 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ ตามลำดับ ขณะที่การศึกษาของ Carla *et al.*, (2011) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีประสิทธิภาพสูงสุดในการฆ่าไรในโรงเก็บ *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) และ *Suidasia pontifica* Oudemans ที่ความเข้มข้น 50 mL/L of air คือ 97.7 และ 92.9% ตามลำดับ มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.82 และ 1.75 mL/L air ตามลำดับ ธนภรณ์ ดวงนภา และคณะ (2556) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าไร ถูกโป่งได้ 100 % ที่ความเข้มข้น 62.5 $\mu\text{L}/\text{Lair}$ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 16.63 $\mu\text{L/L}$ air ขณะที่ Kim *et al.* (2003) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าไรจากกานพลู กับไรฝุ่น *D. pteronyssinus* และรายงานไว้ในกานพลูมีสาร Eugenol และอนุพันธ์ซึ่งเป็นสารประกอบหลักที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดไรฝุ่นมากที่สุด

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้หอม ไพล ขมิ้นชัน ข่า ตะไคร้บ้าน พลู และว่านน้ำ ในการฆ่าตัวเต็มวัยไรเชื้อรา โดยวิธีการสัมผัส พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันสามารถฆ่าไรเชื้อราโดยวิธีการสัมผัสได้สูงสุด 100% ที่ 12 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.10 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.04 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อัมร

อินทร์สังข์ และจรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน (2552) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน และไพล สามารถฆ่าไรฝุ่น (*Dermatophagoides pteronyssinus*) ได้ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.561 และ 0.704 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ตามลำดับ และจากการศึกษาของ จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน และคณะ (2553) โดยวิธีการสัมผัส พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืช ได้แก่ ไพล และขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรดิค (*Formicomotes heteromorphus*) มากกว่า 90 และ 100% ที่ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ Allahvaisi.S. et.al (2010) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ ได้ถึง 81.4% จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน และคณะ (2552) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก ขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรศัตรูเห็ด (*Luciaphorus perniciosus* และ *F. heteromorphus*) ได้มากกว่า 80% และ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม กานพลู และ โหระพามีประสิทธิภาพในการฆ่าไร ลูกโป่งได้มากกว่า 80% จรงค์ศักดิ์ และอำมร (2557) นอกจากนั้นยังพบพืชสมุนไพรชนิดอื่นคือ ตะไคร้บ้าน และสะเดา สามารถยับยั้งไรและแมลงศัตรูในโรงเก็บชนิดอื่น โดยน้ำมันหอมระเหยจาก ตะไคร้บ้านมีประสิทธิภาพในการควบคุม ไรและแมลงศัตรูในโรงเก็บมากกว่า 90 เปอร์เซนต์ (Azima et al., 2011)

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติต่อไรเชื้อรา

(*Tyrophagus* sp.) ในวัตถุดิบ และอาหารสัตว์

จากการทดลองโดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ที่ปริมาตร 5 ml/อาหาร 1 kg และการใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพพิโอนิก ปริมาณ 1 กรัม/อาหาร 1 kg และทำการรมที่ 24 ชั่วโมง และนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร พบว่าหลังการฉีดพ่นครั้งที่ 1 ในอาหารไก่ ช่วงวันที่ 30 พบว่าไรเชื้อราใน T_3 , T_4 และ T_5 มีจำนวนไรเฉลี่ย 670 ± 206.81 , 675.67 ± 202.77 และ 563.58 ± 166.48 ตัว และเมื่อทำการฉีดพ่นครั้งที่ 2 พบว่าไรเชื้อรา T_3 , T_4 และ T_5 มีจำนวนไรเชื้อรา ลดลง โดยมีไรเฉลี่ย $278.4445.92$, 304 ± 78.9 และ 185.13 ± 74.76 ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม โดยในกลุ่มควบคุมมีจำนวนไรเฉลี่ย 83.36 ± 110.08 ตัว สาเหตุที่กลุ่มควบคุมมีไรเชื้อราน้อยกว่า เนื่องจากเป็นเพราะ มีไรตัวห้ำ (*Cheyletus* sp.) ซึ่งเป็นศัตรูไรเชื้อรา และไม่ได้ฉีดพ่น น้ำมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติ จึงทำให้ง่ายต่อการเข้าทำลายของไรตัวห้ำ (*Cheyletus* sp.) ส่วนของปลายข้าว พบว่าหลังจากการฉีดพ่นครั้งที่ 1 ทั้ง T_3 , T_4 และ T_5 มีจำนวนไรเฉลี่ย 5.58 ± 3.86 , 1.76 ± 2.25 และ 3.64 ± 4.81 ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม ที่พบจำนวนไรเฉลี่ย 4.76 ± 3.57 ตัว สาเหตุที่กลุ่มควบคุมมีไรเชื้อราน้อยกว่า เนื่องจากเป็นเพราะ มีไรตัวห้ำ (*Cheyletus* sp.) ซึ่งเป็นศัตรูไรเชื้อรา และไม่ได้ฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติ จึงทำให้ง่ายต่อการเข้าทำลายของไรตัวห้ำ (*Cheyletus* sp.) ผลของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยที่ใช้ในการทดสอบกับ วัตถุดิบและอาหารสัตว์มีราคาถูกกว่าการนำน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันมาใช้ในการทดสอบและ อีกทั้งน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 2 ชนิดนี้ ถ้าใช้ร่วมกันจะช่วยเสริมให้สูตรน้ำมันมีประสิทธิภาพ

ในการควบคุมไรเชื้อเราได้ศึกษาการใช้ไขมันชั้น เนื่องจากประสิทธิภาพโดยวิธีการรมนั้น น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยจะมีประสิทธิภาพมากกว่าไขมันชั้น ซึ่งคล้ายกับวิธีของ ฉัตรภรณ์ กุณาวงศ์ และคณะ (2557) ที่ทำการทดลองโดยใช้อาหารไก่ที่ผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก พบว่าในชุดควบคุมมีไรเข้าทำลายอาหารไก่ในสัปดาห์ที่ 4 มีจำนวนเฉลี่ย 26.00 ± 31.58 ตัว ส่วนอาหารไก่ผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก อัตรา 0.068:0.016 และ 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์ พบไรเข้าทำลาย ในสัปดาห์ที่ 7 มีปริมาณไร 92.00 ± 38.27 และ 18.00 ± 17.74 ตัว ตามลำดับ มีผลทำให้การเข้าทำลายซ้ำ ของไรช้าลง และในการทดลองที่ 3 ได้นำอาหารไก่ผสมฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก ในการทำความสะอาดท่อลำเลียงอาหารจำลองที่ประยุกต์การปนเปื้อนของไรจากท่อ PVC พบว่า ปริมาณไร *S. pontifica* ในกรรมวิธีที่ใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพรพิโอนิกผสมกับอาหารไก่อัตรา 0.034:0.008 เปอร์เซ็นต์ (592.00 ± 54.65 ตัว), 0.068:0.016 เปอร์เซ็นต์ (150.00 ± 59.28 ตัว) และ 0.136:0.032 เปอร์เซ็นต์ (12.00 ± 24.00 ตัว) แตกต่างจากไรที่ปนเปื้อนในท่อลำเลียงในชุดควบคุม ($2,590.00 \pm 855.35$ ตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ความเป็นพิษของกรดโพรพิโอนิกพบว่ามีผลต่อ *S. granaries* ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวสาลี เมื่อได้รับกรดนี้มีผลยับยั้ง การเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณของแมลงได้ และพบแมลงเหลือรอดเพียง 1.3 และ 0.3 % ในข้าวสาลีที่คลุกด้วยโพรพิโอนิก 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบแมลงในรุ่นลูกเลยถ้ามีการใช้กรดโพรพิโอนิกเข้มข้นถึง 1 เปอร์เซ็นต์ (Lorenz *et al.* 2010) นอกจากนี้ Collins (2006) และ Tursun *et al.* (2011) ได้ศึกษาความเป็นพิษของสารฟอร์มาลดีไฮด์กับแมลงหวี่ *Drosophila melanogaster* พบว่าการปนเปื้อนของสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่ 0.25% และ 0.50 % มีผลทำให้น้ำหนักตัวของหนอนวัย 3 และตัวเต็มวัยลดลงฟอร์มาลดีไฮด์อาจจะยับยั้ง หรือชะลอการพัฒนาตัวอ่อนของแมลงหวี่

5.3 การศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบและอาหารสัตว์

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารสัตว์ทางเคมีของอาหารไก่ พบว่าใน T_1 , T_2 , T_3 , T_4 และ T_5 มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง 88% ขึ้นไป ตั้งแต่ครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 5 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในทางคุณค่าทางอาหารไก่ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ปกติเหมือนกับอาหารแห้งโดยทั่วไป (ศรีสกุล วรจันทรา และคณะ. 2551) จากการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการใช้กรดธรรมชาติในการควบคุมไร ทำให้ไม่มีผลต่อคุณค่าทางอาหารไก่ ในการวิเคราะห์ไขมัน พบว่า ครั้งที่ 1 T_3 , T_4 และ T_5 มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 3.8, 4 และ 4.6% ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ครั้งที่ 2, 3, 4 และ 5 พบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันมีจำนวนลดลงถึง 1.3% จากการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติในการควบคุมไร ทำให้มีผลต่อคุณค่าทางอาหารไก่ ซึ่งทำให้มีเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลง ค่าปกติในไขมันอาหารสัตว์ จะต้องมีปริมาณไขมันไม่ต่ำกว่า 3% (ศรีสกุล และคณะ 2551) ในการวิเคราะห์เถ้า พบว่าปริมาณเถ้าใน Tr_3 , Tr_4 และ Tr_5 ใน

ครั้งที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ต่ำเท่ากับ 6.1, 6.2 และ 6.2% ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้น และลดลงในแต่ละครั้ง จากการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการใช้กรดธรรมชาติในการควบคุมไร ไม่มีผลต่อคุณค่าทางอาหารไก่ ในการวิเคราะห์พลังงานพบว่า ครั้งที่ 1 มีค่าพลังงานสูง และในครั้งที่ 2, 3, 4 และ 5 มีค่าพลังงานลดลงอย่างเห็นได้ชัด จากการฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติในการควบคุมไร มีผลต่อค่าพลังงานในอาหารไก่ ในการวิเคราะห์เชื้อเอนไซม์พบว่า จากการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติในการควบคุมไร ไม่มีผลต่อปริมาณเชื้อเอนไซม์ โดยปกติแล้ว ปริมาณเชื้อเอนไซม์ในอาหารสัตว์จะมีค่าเท่ากับ 4-5% (ศรีสกุล วรจันทรา และคณะ 2551) และในการวิเคราะห์โปรตีน ครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 5 มีค่าโปรตีนที่เพิ่มขึ้น โดยค่าโปรตีนมากที่สุดคือ 26.7% จากการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติ ไม่มีผลต่อคุณค่าปริมาณโปรตีนของอาหารไก่ จากการศึกษาของ เปรมกมล นาหัวหนอง (2557) ได้วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่เลี้ยงหอนอก พบว่า โปรตีนจากอาหารไก่เล็กมี 2.84% ปริมาณเชื้อเอนไซม์มี 4071.75 cal/g และทำการวิเคราะห์อาหารที่เลี้ยงหอนอกด้วยสูตรอาหาร พบว่า โปรตีนที่พบในหอนอกมีปริมาณมากที่สุด คือหอนอกที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลือง (1:3) มีโปรตีน 54.89% สูตรอาหารที่มีเชื้อเอนไซม์สูงสุด คือ อาหารไก่เล็ก + กากถั่วเหลือง (1:1) คือ 7.63% ในส่วนของกรวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารสัตว์ทางเคมีของปลายข้าว ใน T_1 , T_2 , T_3 , T_4 และ T_5 มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง 86.3-87.6% ในแต่ละครั้งจะเพิ่มขึ้น และลดลง ถ้ามีเปอร์เซ็นต์มากกว่า 88% จะทำให้มีความชื้นมาก และการเก็บรักษาจะอยู่ได้ไม่นาน จากการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติในการควบคุมไร ไม่มีผลต่อคุณค่าของปลายข้าว ในการวิเคราะห์พลังงานทั้ง 5 treatment มีค่าพลังงานเพิ่มขึ้น และลดลง ในแต่ละครั้ง ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม จากการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติในการควบคุมไร พบว่า ไม่มีผลต่อคุณค่าของปลายข้าว และการวิเคราะห์โปรตีน ทั้ง 5 treatment เปอร์เซ็นต์โปรตีนมีค่าเพิ่มขึ้น และลดลง ในแต่ละครั้ง จากการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติในการควบคุมไร พบว่า ไม่มีผลต่อคุณค่าของปลายข้าว

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย ตะไคร้หอม ไซลิเพน น้ำมันขมิ้นชัน ข่า ตะไคร้บ้าน พลู และว่านน้ำ ค่อดักตัวแมลงของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรมพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ได้มากกว่า 90% โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.625, 0.707 และ 0.66 μL air ส่วนในวิธีการสัมผัสในการตรวจนับที่ 12 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก ขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อราได้ถึง 100% รองลงมาคือกานพลู และอบเชย โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.04, 1.213 และ 1.213 μL air ตามลำดับ และในการตรวจนับที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน กานพลู และอบเชย มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อราได้ดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.022, 0.041 และ 0.043 μL air จากการฉีดพ่นน้ำมันหอมระเหยของอาหารไก่ และปลายข้าว รวมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า การใช้กรดธรรมชาติ มีจำนวนไรน้อยที่สุด โดยมีจำนวนไรเฉลี่ย 185.13 ± 74.76 รองลงมาคือ การใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และการใช้น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย มีไรเฉลี่ย 278.44 ± 5.92 และ 304 ± 78.9 ตัว นอกจากนี้ทั้ง 3 Treatment (กานพลู อบเชย และกรดฟอร์มัลดีไฮด์ ร่วมกับกรดโพรพิโอนิก) ยังมีผลต่อไรตัวห้ำ (*Cheyletes* sp.) ทำให้ไรตัวห้ำมีจำนวนลดลง โดยการใช้ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูฉีดพ่น มีจำนวนไรตัวห้ำเฉลี่ย 70.11 ± 51.35 ตัว รองลงมาคือ กรดธรรมชาติ และการใช้ น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย มีจำนวนไรเฉลี่ย 70.66 ± 45.06 และ 84.76 ± 78.94 ตัว / อาหาร 1 kg ในส่วนของปลายข้าว พบว่าในช่วงวันที่ 30 พบว่า การใช้กรดธรรมชาติ มีจำนวนไรน้อยที่สุด โดยมีจำนวนไรเฉลี่ย 1.78 ± 1.28 ตัว รองลงมาคือ การฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และการใช้ น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย โดยมีไรเฉลี่ย 3.07 ± 1.67 และ 3.53 ± 2.06 ในส่วนของไรตัวห้ำ (*Cheyletus* sp.) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติ มีผลต่อไรตัวห้ำเช่นเดียวกัน หลังจากฉีดพ่นในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า การใช้กรดธรรมชาติ เฉลี่ย 10.02 ± 5.83 ตัว รองลงมาคือ การฉีดพ่นด้วยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู และการใช้ น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย โดยมีไรเฉลี่ย 16.36 ± 14.37 และ 24.67 ± 13.71 ตัว และในการนำไปวิเคราะห์อาหารไก่ และปลายข้าว พบว่า การใช้ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติในการควบคุมไรเชื้อรา ในอาหารไก่ มีผลต่อปริมาณไขมัน และพลังงาน คือทำให้อาหารไก่มีปริมาณ

ไขมัน และพลังงานสูงกว่ากลุ่มควบคุม (control) และสิ่งทดลองที่ไม่มีการใส่ไร (blank) แสดงให้เห็นว่า การใช้ไขมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และการคลุกด้วยกรดธรรมชาติสามารถรักษาปริมาณไขมัน และพลังงานในอาหารไก่ได้ดีกว่าการไม่ใช้ไขมันหอมระเหย และกรดธรรมชาติ สำหรับในปลายข้าว พบว่า การใช้ไขมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติในการควบคุมไรเชื้อรา ไม่มีผลต่อปริมาณ วัตถุแห้ง พลังงาน และโปรตีน

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของไขมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการควบคุมไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ทั้งวิธีการรม และการสัมผัสค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงควรนำมาขยายขอบเขตการศึกษา เช่น การทำสูตรไขมันหอมระเหยแต่ละชนิด อาจจะมีประสิทธิภาพดีขึ้น และอาจจะควบคุมแมลงชนิดอื่นๆ ได้ นอกจากนี้การใช้ไขมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และกรดธรรมชาติในการควบคุมไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ไม่ทำให้คุณค่าทางวัตถุดิบ และอาหารสัตว์เปลี่ยนไป รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้ประโยชน์จากไขมันหอมระเหยจากพืชดังกล่าว ไปใช้ได้ในสภาพจริง เพื่อลดปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตร และยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และผู้บริโภค

บรรณานุกรม

กระทรวงสาธารณสุข. มปป. ฟอรัมาลิน หรือ ฟอรัมัลดีไฮด์ (Formalin or Formaldehyde).

แหล่งข้อมูล: <http://www.fda.moph.go.th/project/foodsafety/formalin.htm>

กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2557. 1. ประสิทธิภาพการไล่และการยับยั้งการวางไข่ของศัตรูน้ำมันหอมระเหย จากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum*) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens*) ต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพค (*Sitophilus zeamais*). การประชุมวิชาการเกษตรพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ครั้งที่ 2 ก่อ่งกานดา ชยามฤต. 2540. สมุนไพรไทย ตอนที่ 6. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. 166 หน้า.

จารุณี หนูละออง อนุพล พุฒสกุล และอัปศุรอรฮิม เปาะอีแตะ. 2555. ผลการเสริมขมื่นชันในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ของนกกกระทาญี่ปุ่น. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน วีระณีย์ ทองศรี พงษ์ศักดิ์ กฤตยพรพงศ์ และสุมลรัตน์ จินตนาสิริรักษ์. 2548.

“ประสิทธิภาพของสารสกัดคองคิง (*Gloriosa superba* Linn.) สีเสียด (*Acacia catechu* Willd) และเนียง (*Archidendron jiringa* Nielsen) ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linn.)” วารสารสงขลานครินทร์. 27(5) : 1037-1045.

จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน อำมร อินทร์สังข์ และสาโรช เจริญศักดิ์. 2551. “ประสิทธิภาพของสารสกัดผักชีลาว (*Anethum graveolens* Linn.) ผักเพกา (*Oroxylum indicum* Vent.) และผักแว่น (*Polygonum odoratum* Lour.) ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linn.)” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39(3) (พิเศษ) : 464-467.

จินดาพร คงเดช. 2551. การผลิตสารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และสารต้านอนุมูลอิสระจากพืชเพื่อใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ฉัตรารณณ์ กุณาวงค์ เขียวลักษณ์ จันทร์บางไสว บูรณพานิชพันธ์ และ อำมร อินทร์สังข์. 2557. การควบคุมไร *Suidasia pontifica* Oudemans ในอาหารไก่โดยใช้ฟอรัมาลดีไฮด์ร่วมกับกรดโพธิ์ไออนิก. วารสารเกษตร 30(3): 243 - 252 (2557)

ฐานข้อมูลยาสมุนไพร. 2558. สารสำคัญในว่านน้ำ. แหล่งข้อมูล : http://www.rspg.or.th/plants_data/herbs/herbs_06_9.htm

- ฐาปนีย์ หงส์รัตนาวรกิจ. 2550. น้ำมันหอมระเหยและการใช้ในสุคนธบำบัด. โรงพิมพ์วิฑูรย์การปก.
กรุงเทพฯ.
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์. 2546. ไรศัตรูเห็ด. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง แมลง-ศัตรูศัตรูพืชและ
การป้องกันกำจัด ครั้งที่ 12. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช
กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และพลอยชมพู กรวิภาสเรือง. 2550. ไรศัตรูพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขา
พืช. กรมวิชาการเกษตร
- ธนภรณ์ ดวงนภา พรหมมาศ คุณาภาณูจน์ จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ผลของน้ำมัน
หอมระเหยจากตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus*) กานพลู (*Syzygium aromaticum*) และ
โหระพา (*Ocimum basilicum*) ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดแครง (*Schizophyllum
commune*) และเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่น (*Agrocybe cylindracea*). สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นิจศิริ เรืองรังสี และพะยอม ดันดีวัฒน์. 2552. พืชสมุนไพร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
หน้า 243.
- นิตดา หงษ์วิวัฒน์. หน่อข้าอ่อน ผักสมุนไพรมีเฉพาะในฤดูฝน. ครัว. ปีที่ 19 ฉบับที่ 228.
หน้า 20 - 22
- นิติกรณ์ เพ็ญบัวขาว. 2554. “การศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัด
แมลงสาบอเมริกัน”. ปัญหาพิเศษปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. คณะ
เทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ประเทืองศรี สิ้นชัยศรี. 2547. พรรณพืชหอมและน้ำมันหอมระเหย. สำนักพิมพ์น็อน บู้ค มีเดีย.
นนทบุรี.
- ปิยนตร ไทยภักดี. 2549. “ผลของน้ำมันหอมระเหยกานพลูที่ได้จากการกลั่นด้วยไอน้ำต่อวัชพืช
บางชนิด”. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. คณะ
เทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- เปรมกมล นาหัวหนอง. 2557. ผลของสูตรอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการของหนอนนก.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พรเทพ เต็มรังสี. 2554. ฤทธิ์ด้านจุลชีววิทยาของสารสกัดสมุนไพรต่อเชื้อที่แยกจากแผลติดเชื้อ.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ คณะ
แพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พลูสมุนไพร ไทย, 2556. คอลัมน์ "เรื่องน่ารู้". หน้า 28 เกษตร เคลินิวส์ฉบับที่ 23,266:

- รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2547. การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร. สำนักพิมพ์
 แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- วันเพ็ญ เพ็ชรจันทร์ และธีรพร กงบังเกิด. 2551. การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการ
 ยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในอาหารและการประยุกต์ใช้. วารสารวิทยาศาสตร์ ปีที่ 9
 ฉบับที่ 1 – 2 มกราคม – ธันวาคม 2551
- ศรีสกุล วรจันทร์ ฅหทัย วิจิตโรทัย และจรรยา คงฤทธิ์. 2551. ปฏิบัติการโภชนาศาสตร์สัตว์.
 ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
 เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 106 หน้า
- ศศธร สิงขรอาจ, ัญญา เลหากุลจิตต์, อรพิน เกิดชูชื่น และพรทิพย์ศิริสุนทราลักษณ์. 2550. การ
 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของ น้ำมันหอมระเหยจากพืช 5 ชนิดต่อการควบคุมด้วงงวง
 ข้าวโพด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ปีที่ 38, ฉบับที่ 6 (พิเศษ) พฤศจิกายน-ธันวาคม, หน้า
 295-298
- สมุนไพร. 2558. ไฟล. แหล่งข้อมูล : <http://2015.n3k.in.th/?p=4740>
- สมุนไพรไทย. 2558. ข้า. แหล่งข้อมูล : <https://sites.google.com/site/xariyanganchinhi5/home/kha>
- สุขใจ ชูจันทร์ และพรวิสาข์ ชุ่นประยงค์. 2554. การผลิตกรดโพรพิโอนิกเพื่อยับยั้งเชื้อราและยีสต์
 โดยเชื้อ *Propionibacterium acidipropionici* ATCC 4965 ที่ถูกตรึงด้วยแคลเซียมอัลจินต
 โดยใช้หางนมเป็นซับสเตรต. ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์คณะวิทยาศาสตร์สถาบัน
 เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- สุนทรี สิงหนุตตรา. 2535. สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด. แหล่งข้อมูล :
<http://lib.vu.ac.th/ULIB/dublin.php?ID=13206>
- สรจักร ศิริบริรักษ์. 2553. เกษษ โภชนาการ. หมออนามัย ปีที่ 19 ฉบับที่ 4
- สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ. 2547. สารานุกรมภูมิปัญญาท้องถิ่นไทย ภูมิปัญญาข้าว
 ไทย. (แหล่งออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://app1.bedo.or.th/rice/DiseaseInfo.aspx?id=33>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2545. “น้ำมันหอมระเหย สารสกัดจากพืชสมุนไพร
 ไทย.” สมอ สาร. 28(325) : 1-6.
- สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2558. สารสำคัญในไฟล. แหล่งข้อมูล :
<http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action=viewpage&pid=96>
- อัจฉิมา นุชโพธิ์. 2555. อิทธิพลของสารสกัดกระเทียมต่อการเจริญทางเส้นใยและการงอกของ
 สปอร์เชื้อรา *Rhizoctonia* sp., *Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp. ในสภาพห้องปฏิบัติการ.
 ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. หลักสูตรเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช สาขาวิชาเทคโนโลยีการ
 ผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง.

- อำมร อินทร์สังข์. 2543. ไรในโรงเก็บและการป้องกันกำจัด. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 18(1):73-76.
- อำมร อินทร์สังข์ และจรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2552. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อไรฝุ่น. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น* 37(2): 183-191.
- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.
- Ahmad, I., Zahin, M., Aqil, F., Hasan, S, Khan, M. S. A. and Owais, M. 2008. Bioactive compounds from *Punica granatum*, *Curcuma longa* and *Zingiber officinale* and their therapeutic potential. *Drug of the Future*, 33(4), 329-346
- Allahvaisi1, S., Maroufpoor, M., Abdolmaleki, A., Hoseini, A.S and Ghasemzadeh S. The Effect of Plant Oils for Reducing Contamination of Stored Packaged Foodstuffs. *Journal of Plant Protection Research*. Vol. 51, No. 1
- Association of Official Analysis Chemists., AOAC. 1995. Official Method of Official Association of Official Analysis Chemists 16th ed. Washington D.C. Association of Official Analysis Chemists.
- Azima Laili Hanifah, Siti Hazar Awang, Ho Tze Ming, Suhaili Zainal Abidin1, Maizatul Hashima Omar.2011. Acaricidal activity of *Cymbopogon citratus* and *Azadirachta indica* against house dust mites. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* (2011) 365-369.
- Brinkhaus, B., Linner, M., Shuppan, D., & Hahn, E. G. (2000). chemical pharmacological and clinical profile of the East Asian medical plant *Centella asiatica*. *Phytomedicine*, 7(5), 427-448.
- Carla, P.O., Manoel, G.C. Gondim, J.R., Herbert, A.A. and Cláudio, A.G. 2011. Toxicity of essential oils from plants towards *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) and *Suidasia pontifica* Oudemans (Acari: Astigmata). 47: 311-315
- Collins, D. A. 2006. A review of alternatives to organophosphorus compounds for the control of storage mites. *Journal of Stored Products Research* 42(4): 395-426.
- Duek, L., Kaufman, G., Palevsky, E., Berdicevsky, I. 2001. Mites in fungal cultures. *Mycoses*, 44(9-10): 390-394.
- European Commission. 2002. Update of the opinion of the Scientific Committee for Animal Nutrition on the use of formaldehyde as a preserving agent for animal feeding stuffs of 11 June 1999. Scientific Opinions.

- Griffiths, D.A., Eaton, K.K., and F.S. Downing. 1985. Storage mites culturing, sampling techniques, identification and their role in housedust allergy in rural areas in the United Kingdom. **Annals of Allergy**. 55: 62-67.
- Insung, A., Boczek., J. 1995. Effect of some extract of medicinal and spicy plant on acarid mites. 211-223. In Proceeding of the Symposium on Advances of Acarology in Poland. Poland.
- Kim, E.H., Kim, H.K. and Ahn, Y.J. 2003. Acaricidal of clove bud oil compounds against *Dermatophagoides farinae* and *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). **Journal of Agricultural Food Chemistry** 51(4): 885-889.
- Lorenz, S., M. Schöllerand and C. Reichmuth. 2010. Efficacy of propionic acid against the granary weevil *Sitophilus granaries* (L.). pp. 906-909. In. Proceedings of 10th International Working Conference on Stored Product Protection. Estoril, Portugal.
- Rani, P.U. 2012. **Essential oils against stored pests JBiopest**. 5(2): 120-128
- Revsbech, P. and G. Andersen. 1987. Storage mite allergy among grain elevator workers. **Allergy**. 42: 423-429.
- Sánchez, R.I and Castañera, P. 2005. Effect of temperature on reproductive parameters and longevity of *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae). **Experimental and Applied Acarology** 36(1-2): 93-105.
- Tunc, T., Berger, B.M., Erler, F. and Dagli, F. 2000. **Journal of Stored Products Research** 36 : 161-168.
- Tursun, A., Y. Zheng and Y.F. Wang. 2011. Effect of formaldehyde in diet on development and reproduction of *Drosophila melanogaster*. **Journal of Environmental Entomology** Issue 1: 13-16.

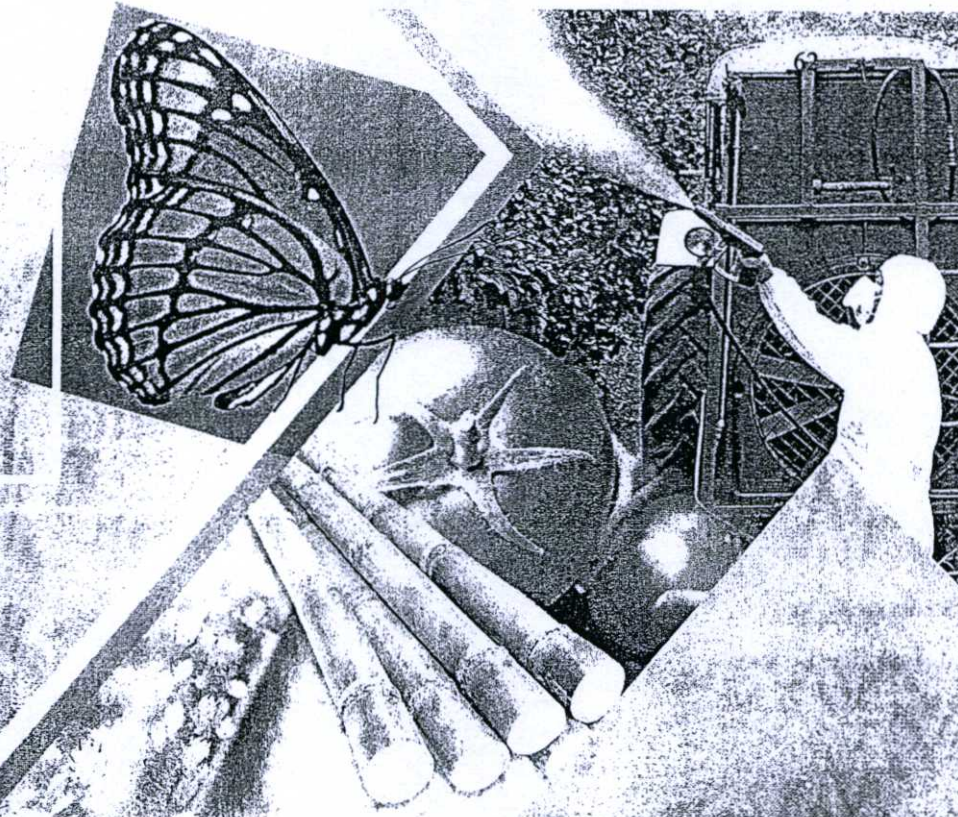
ภาคผนวก

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

อัจฉิมา นุชโพธิ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ความเป็นพิษทางการรมของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้หอม ต่อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp). หน้า 1093-1098. ใน การประชุมวิชาการอรัรักษาศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 11 ณ โรงแรมเซ็นทาราแอนด์คอนเวนชันเซนเตอร์ ขอนแก่น. วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556. จังหวัดขอนแก่น.

อัจฉิมา นุชโพธิ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2557. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa*) ไพล (*Zingiber cassumunas*) และข่า (*Alpinia galanga*) ในการควบคุมไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรมและวิธีการสัมผัส. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 32:3 (1-7).

THE 11th
NATIONAL PLANT
PROTECTION
CONFERENCE



อารักขาพืชไทย
ก้าวไกลในประชาคม
อาเซียน

CROP PROTECTION IN THAILAND,
KEEPING IN STEP
WITH ASEAN COMMUNITY

เรื่องเต็ม

2. ภาคแผนภาพ



ขอนแก่น
26-28 พฤศจิกายน 2556

26-28
พฤศจิกายน 2556

ณ โรงแรมเซ็นทารา
แอนด์คอนเวนชันเซ็นเตอร์
จังหวัดขอนแก่น
26-28 Nov, 2013
Centara Hotel & Convention Center
Khon Kaen

- 21 การทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดศัตรูพริกแบบผสมผสานในฤดูแล้งจังหวัดร้อยเอ็ด 1059
มัทนา วานิชย์ นาฎญา โสภา สุชาติ คำอ่อน
Testing Integrated Pest Management (IPM) Technology on Chili
Production during Dry Season in Roi-Et Province
Mattana Wanitch Nataya Sopa Sucharti Kamoon
- 23 ประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) 1069
และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.)
ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ
กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์
Effectiveness of Essential Oil Formulas from Star Anise (*Illicium verum*
Hook.f.) and Dill (*Anethum graveolens* Linn.) in Controlling Stored-
Product Insects
Kaweewat Jawsuwanwong, Jarongsak Pumnuan and Ammorn Insung
- 23 ประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจาก ตะไคร้บ้าน อบเชย และกานพลู 1077
ต่อตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งสีเทา (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller)
อุดมพร บุญเปลี่ยน สุชาติ รอดโรคะ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์
Repellency Effect of Essential Oils of Lemon Grass, Cinnamon and Clove
against Mealybug (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller) Nymph
Audomporn Boonplain, Suchat Rodroka, Jarongsak Pumnuan and
Ammorn Insung
- 24 ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการไล่ตัวเต็มวัย 1085
ของมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และด้วงวงข้าวโพด
วริยา ธนะศิริกุล จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และ อำมร อินทร์สังข์
Repellency Effect of Essential Oils from Medicinal Plants on Adults of
Red Flour Beetle, Lesser Grain Borer and Corn Weevil
Wariya Thanasirungkul, Jarongsak Pumnuan and Ammorn Insung
- 25 ความเป็นพิษทางการรมของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้หอม 1093
ต่อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.)
อัจจิมา นุชโพธิ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และ อำมร อินทร์สังข์
Fumigant Toxicity of Essential Oils from Clove, Cinnamon and Citronella
Grass against The Mold Mite (*Tyrophagus* sp.)
Atjima Nuchpo, Jarongsak Pumnuan and Ammorn Insung

ความเป็นพิษทางการรมของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้หอม
ต่อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.)

Fumigant Toxicity of Essential Oils from Clove, Cinnamon and Citronella Grass
against The Mold Mite (*Tyrophagus* sp.)

อัจฉิมา นุชโพธิ์ จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์
Atjima Nuchpo, Jarongsak Pumnuan and Ammorn Insung

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ, 10520
Faculty of Agricultural Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

ABSTRACT

The mold mite, *Tyrophagus* sp. is one of the more economic important pest of stored products in Thailand and worldwide. The fumigant toxicity of the essential oils obtained from 3 selected medicinal plants; namely, clove (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry), cinnamon (*Cinnamomum bejolghota* (Buch.-Ham.) Sweet) and citronella grass (*Cymbopogon nardus* Rendle.) against the mold mite (*Tyrophagus* sp.) was investigated. The essential oil fumigation was applied in 25 L knockdown chamber. The various concentrations of 0 (95% ethanol), 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 and 1.5 $\mu\text{g/L}$ air against the mite was evaluated. The fumigation time was 1 h and mortality of mite was observed at 24 h after treatment. The result showed that the essential oil of clove was highly toxic to the mold mite at the concentration of 1.5 $\mu\text{g/L}$ air, presenting 92% mortality and gave LC_{50} value at 0.625 $\mu\text{g/L}$ air. Followed by essential oils of cinnamon and citronella grass that showed the LC_{50} values of 0.707 and 0.838 $\mu\text{g/L}$ air, respectively.

Keywords: essential oil, mold mite, fumigation

บทคัดย่อ

ไรเชื้อรา *Tyrophagus* sp. เป็นไรในโรงเก็บที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทยและมีการแพร่ระบาดทั่วโลก จากการทดสอบประสิทธิภาพการรมของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ กานพลู (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry) อบเชย (*Cinnamomum bejolghota* (Buch.-Ham.) Sweet) และตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* Rendle.) ต่อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยรมในเครื่อง knockdown chamber ขนาด 25 L ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 และ 1.5 $\mu\text{g/L}$ air รมนาน 1 ชั่วโมง ตรวจนับอัตราการตาย 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู มีประสิทธิภาพใน

การฆ่าไรเชื้อราสูงที่สุด 92% ที่ความเข้มข้น 1.5 $\mu\text{g/L}$ air โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.625 $\mu\text{g/L}$ air รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากอบเชย และตะไคร้หอม โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.707 และ 0.838 $\mu\text{g/L}$ air ตามลำดับ

คำสำคัญ : สารสกัดจากพืชสมุนไพร, ไรเชื้อรา, การรม

บทนำ

ไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) จัดเป็นสายพันธุ์ที่สำคัญในอันดับ Acaridae เป็นไรศัตรูผลผลิตทางการเกษตรที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากทำลายผลผลิตทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด พบในธรรมชาติมากกว่าไรศัตรูผลผลิตชนิดอื่นๆ มีชื่อเรียกสามัญที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า 'mold mite' เนื่องจากมีรายงานว่า ไรชนิดนี้เป็นศัตรูที่สำคัญของเชื้อราที่เพาะเลี้ยงเพื่อการทดลองในห้องปฏิบัติการ นอกจากนั้นยังพบทำลายเส้นใยของเห็ดที่เจริญอยู่ในอาหารวุ้น และในวัสดุภายในถุงขณะบ่มเส้นใยอีกด้วย (Griffiths et al., 1985) ไรชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์ได้บนเชื้อราในสกุล *Euritiom* และ *Pennicillium* แต่มีอัตราการเจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ได้สูงสุดในเชื้อรา *Pennicillium cyclopium* จากการสำรวจในปี 2544-2546 นี้พบว่า การทำลายของไร สามารถแพร่กระจายได้ทั้งพืชอาหารและวัตถุดิบอาหารสัตว์ ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งสามารถเข้าทำลายได้ เช่นเดียวกับ แมลงศัตรูในโรงเก็บ โดยไรเชื้อรา (*Tyrophagus putrescentiae*) ถูกพบอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บรักษาในโรงเก็บ ซึ่งจะเข้าทำลายไขมันและโปรตีนในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (เทวินทร์ และพลอยชมพู 2550) นอกจากนั้นอำมร (2543) ได้กล่าวว่า ไรในโรงเก็บหรือไรผลิตผลทางการเกษตร (stored product mite หรือ stored food mite) เป็นไรที่สำคัญของไทยโดยปนเปื้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวสาร ข้าวโพด ถั่ว บางชนิดเข้ายังทำลายผลิตภัณฑ์อาหารที่ถูกเก็บรักษาไว้เพื่อรอการจำหน่ายและบริโภค ได้แก่ ปลาหมึกแห้ง ปลาแห้ง กุ้งแห้ง ผลไม้อบแห้ง วุ้นเส้น แป้ง และอาหารสัตว์

การเข้าทำลายของไรในผลิตภัณฑ์ในโรงเก็บนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ทาง คือทางตรงและทางอ้อม โดยการเข้าทำลายทางตรงคือตัวไรจะกินอาหารโดยตรง ทำให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลง นอกจากจะทำให้ น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรลดลงแล้ว ไรที่กินเมล็ดพันธุ์ยังทำให้ลดคุณค่าทางโภชนาการลด ลงอีกด้วย การทำลายของไรในโรงเก็บยังมีผลต่อการงอกของเมล็ด ไรในโรงเก็บยังส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรทางอ้อม โดย Duek et al. (2001) รายงานว่าการกินอาหารของไรทำให้เกิดคราบปนเปื้อนและสิ่งขับถ่ายต่างๆ ทำให้มีกลิ่นเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ไรในโรงเก็บยังสามารถผลิต ตสารพิษ โดยมีสารก่อภูมิแพ้เป็นกลุ่มของสารพิษหลักได้ ซึ่งนอกจากที่กล่าวมาแล้วนี้ยังมีผลทางอ้อมอีกอย่างหนึ่งก็คือการเป็นพาหะนำเชื้อโรคที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ผู้ผลิตผลทางการเกษตร กล่าวคือหากปรากฏว่ามีไรในโรงเก็บปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรก็จะพบเชื้อราหรือเชื้อ แบคทีเรียร่วมด้วย เนื่องจากความต้องการทางสภาพแวดล้อม คืออุณหภูมิและความชื้น ที่คล้ายคลึงกันโดยสปอร์ของเชื้อราหรือแบคทีเรียอาจจะผ่านเข้าสู่ร่างกายของไรโดยวิธีการกิน และแพร่กระจายได้โดยผ่านมูล หรืออาจจะติดไปกับร่างกายของตัวไรแล้วเคลื่อนที่ไปกับไรเหล่านั้น นอกจากจะทำให้เกิดความเสียหายทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของผลผลิตโดยตรงแล้ว ไรยังเป็นพาหะทำให้เกิดการปนเปื้อน และแพร่กระจายของเชื้อราและแบคทีเรีย ทำให้เกิดการเน่าเสียของผลผลิตทางการเกษตร และอาหารที่เก็บรักษาไว้ด้วย

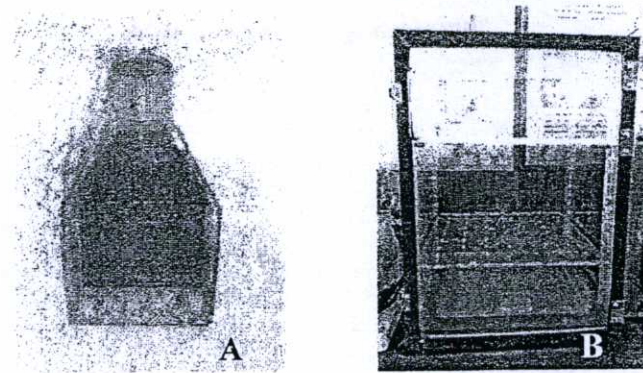


Figure 1. mite culture set, A: mite bottle, B: mite chamber

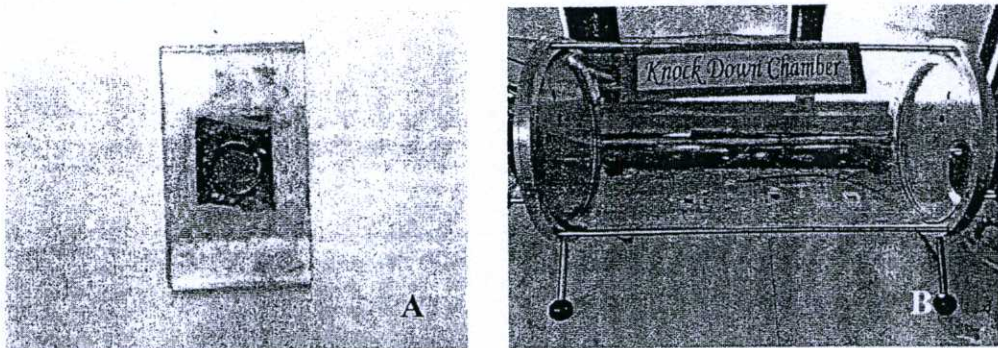


Figure 2 Fumigation test sets, A: mite cage, B: knockdown chamber

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 3 ชนิด มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อราได้ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเข้มข้น 95% ที่ความเข้มข้น 1.5 $\mu\text{L/L}$ air คือมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรได้ 83.0-92.0% แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเข้มข้น 0.9 $\mu\text{L/L}$ air พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพสูงสุดในการฆ่าไรเชื้อราคือ สามารถฆ่าไรได้ $71.0 \pm 78\%$ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.625 $\mu\text{L/L}$ air และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 1.263 $\mu\text{L/L}$ air รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย และตะไคร้หอม สามารถฆ่าไรได้ 61.3 ± 7.34 และ $52.3 \pm 2.5\%$ ตามลำดับ มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.707 และ 0.838 $\mu\text{L/L}$ air ตามลำดับ และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 1.377 และ 1.602 $\mu\text{L/L}$ air ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ อามรและจรงค์ศักดิ์ (2553) รายงานว่า โดยน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้หอมมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรในโรงเก็บมากกว่า 70% ที่ 24 ชั่วโมง มีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.504, 0.614 และ 0.895 $\mu\text{L/L}$ air ตามลำดับ และจากการศึกษาของ จรงค์ศักดิ์ และอามร (2555) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และสารประกอบที่ออกฤทธิ์ในการฆ่าไรในโรงเก็บคือ eugenol สามารถฆ่าไร *Suidasia pontifica* ได้ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.419, 0.467 และ 0.378 $\mu\text{g/cm}^3$ ตามลำดับ ขณะนี้การศึกษาของ de Assis *et al.*, (2011) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย มีประสิทธิภาพสูงสุดในการฆ่าไรในโรงเก็บ *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) และ *Suidasia pontifica* Oudemans ที่ความเข้มข้น 50 mL/L of air คือ 97.7 และ 92.9% ตามลำดับ มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.82 และ 1.75 mL/L air ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร กานพลู อบเชย และตะไคร้หอม ในการควบคุมไรเชื้อรา *Tyrophagus* sp. พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อราสูงสุด คือ 92% ที่ความเข้มข้น 1.5 µ/L air โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 0.625 µ/L air รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย และตะไคร้หอม มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อราได้ 90.8 และ 83% ตามลำดับ มีค่า LC₅₀ เท่ากับ 0.707 และ 0.838 µ/L air ตามลำดับ

Table 1 Mortality percentage of *Tyrophagus* sp. after treated with essential oils of plants at various concentrations at 24 h by fumigation method.

Plant essential oils	Mortality (%)						Toxicity Level (µL/Air)			
	Concentrations (µ/L air)						LC ₅₀	LC ₉₀	Slope	SE
	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5				
Clove	0.0±0.0 ^a	33.2±8.1 ^a	58.6±14.3 ^a	71.0±7.7 ^a	87.5±8.8 ^a	92.0±9.1 ^a	0.625	1.263	2.009	0.141
Cinnamon	0.0±0.0 ^a	26.0±12.4 ^a	56.2±5.2 ^a	62.3±7.3 ^b	80.7±9.2 ^{ab}	90.8±8.1 ^a	0.707	1.377	1.913	0.137
Citronella grass	0.0±0.0 ^a	25.7±13.2 ^a	41.1±9.8 ^b	52.3±2.5 ^c	74.0±11.4 ^b	83.0±9.4 ^a	0.838	1.602	1.677	0.128
% CV	-	40.58	20.12	10.22	12.25	10.06				

¹ Means in column followed by the same lower case letters were not significantly different (P<0.05) according to DMRT

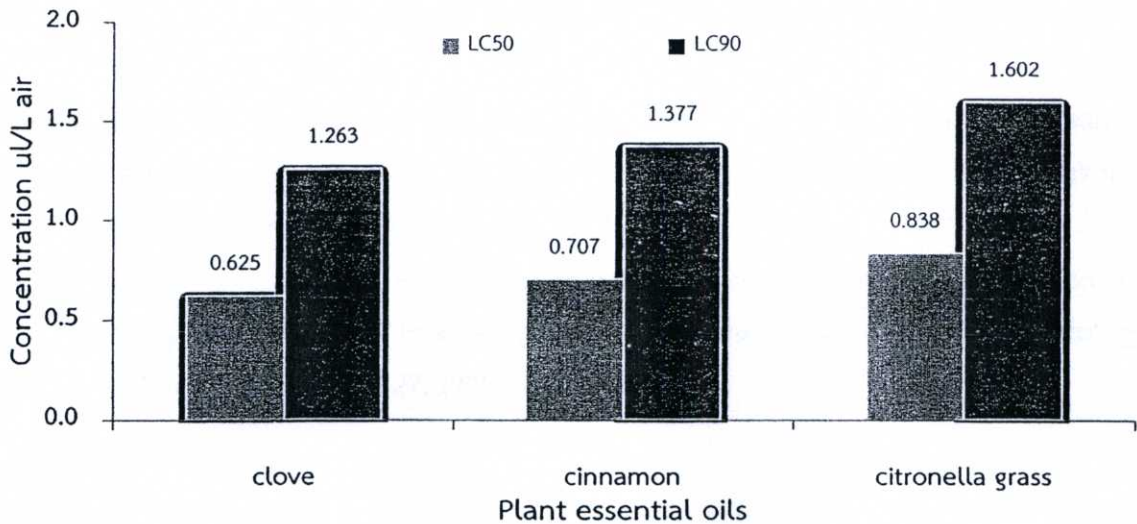


Figure 3 LC₅₀ and LC₉₀ of mites, *Tyrophagus* sp. after fumigation with plant essential oils at various concentrations.

เอกสารอ้างอิง

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2555. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยในการควบคุมไร *Suidasia pontifica* Oudemans ในผลผลิตในโรงเก็บ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ



วารสาร

เกษตรพระจอมเกล้า

KING MONGKUT'S AGRICULTURAL JOURNAL

กันยายน - ธันวาคม 2557

ISSN 0857-0108

September - December 2014

ปีที่ 32 ฉบับที่ 3

VOLUME 32 NUMBER 3

สารบัญ

งานวิจัย		หน้า
ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน (<i>Curcuma longa</i>) ไพล (<i>Zingiber cassumunas</i>) และข่า (<i>Alpinia galanga</i>) ในการควบคุมไรเชื้อรา (<i>Tyrophagus</i> sp.) โดยวิธีการรมและวิธีการสัมผัส	อัจจิมา นุชโพธิ์ จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน และอำร อินทร์สังข์	1
การประยุกต์ใช้ข้อมูลระดับความสูง อันดับดิน การชลประทาน และสภาพความชื้นของดิน เพื่อการวางแผนการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืนบริเวณพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย	ภาวิน วิจิตรตระการ ไพบุลย์ ประพฤติธรรม	8
ผลของการปลูกพืชเชิงเดี่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงผลผลิตดินในพื้นที่ลาดชันในแปลงทดลองโดยใช้ดัชนีผลผลิตดินดัดแปลง (MPI)	สยมภู เพ็ชรมาก เสาวนุช ดาวรพฤกษ์ และณัฐพล จิตมาตย์	18
การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการปลูกข้าวหอมนิล ในเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร	ปาริชาติ เข้มทอง อ่างรงค์ เมฆโหรา และสมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช	27
ผลของความเป็นกรดเป็นด่างของดินและจุลธาตุบางชนิดต่อการเจริญเติบโตและการดูดตั้งธาตุอาหารพืชในยางพารา	อิสริยาภรณ์ ดำรงรักษ์ จำเป็น อ่อนทอง และ ชัยรัตน์ นิลนนท์	36
การจัดการห่วงโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยมะพร้าว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	ธัญวรรณ กุศรีสุวรรณ อ่างรงค์ เมฆโหรา และสมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช	45
การประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อราสาเหตุโรคไหม้ข้าว (<i>Pyricularia grisea</i>) ที่เก็บรวบรวมในประเทศไทยโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล SSR	นวรรตน์ ใจหอม สุภาภรณ์ เขี่ยมแข่ง และนงลักษณ์ เกรินทวงศ์	52
การถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเห็ดฟางด้วยระบบเตาผลิตไอน้ำแบบประหยัดพลังงานและลดมลพิษให้กับเกษตรกรผู้ผลิตเห็ดตำบลเกาะโพธิ์ อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก	สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช ลีอพงษ์ ลีอนาม และดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์	61
บทความ		
ความเป็นพิษของไกลโฟเสทและการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์	ภัทรวรัตน์ เทียมเก่า	71

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน (*Curcuma longa*), ไพล (*Zingiber cassumunas*) และข่า (*Alpinia galanga*) ในการควบคุมไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรมและวิธีการสัมผัส

Effectiveness of Essential Oils from Turmeric (*Curcuma longa*), Cassumunar ginger (*Zingiber cassumunas*) and Galanga (*Alpinia galanga*) in Controlling the Mold Mite (*Tyrophagus* sp.) by Fumigation and Residual Contact Methods

อััจจิม่า นุชโพธิ์¹ จรงค์ศักดิ์ พุฒนวน¹ และอำมร อินทร์สังข์¹
Atjima Nuchpo¹, Jarongsak Pumnuan¹ and Ammorn Insung¹

บทคัดย่อ

จากการทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn) ไพล (*Zingiber cassumunas* Roxb.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) ต่อตัวเต็มวัยของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ด้วยวิธีการรมและการสัมผัส โดยวิธีการรมทดสอบในเครื่อง knockdown chamber ขนาด 25 L ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 และ 1.8 $\mu\text{L/L}$ air รมนาน 1 ชั่วโมง ตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง ส่วนการทดสอบโดยวิธีการสัมผัสทดสอบในหลอดแก้วปลายเปิดซึ่งปิดด้วยกระดาษกรองทั้ง 2 ข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 cm ยาว 3 cm ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol) 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 และ 0.10 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ตรวจนับอัตราการตายที่ 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อรา โดยวิธีการรมสูงสุด 100% ที่ระดับความเข้มข้น 1.8 $\mu\text{L/L}$ air โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.66 $\mu\text{L/L}$ air รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากไพล และข่า โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.819 และ 0.963 $\mu\text{L/L}$ air ตามลำดับ และสามารถฆ่าไรเชื้อราโดยวิธีการสัมผัสได้สูงสุด 100% ที่ 12 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.10 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.400 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ รองลงมาคือน้ำมันหอมจากไพลและข่า โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.059, 0.063 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ตามลำดับ

คำสำคัญ : Zingiberaceae, knockdown chamber, ไรในโรงเก็บ

Abstract

The fumigant and residual contact toxicity of the essential oils obtained from 3 selected medicinal plants namely, turmeric (*Curcuma longa* Linn), cassumunar ginger (*Zingiber cassumunas* Roxb) and galanga (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) at various concentrations of 0 (95% ethanol), 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 and 1.8 $\mu\text{g}/\text{L}$ air against adult of mold mite (*Tyrophagus* sp.) was investigated. The fumigation was performed by applying those essential oils at mentioned concentrations in 25 L knockdown chamber with 1 hr fumigation time and mortality of mite was observed at 24 hr after treatment. As for the residual contact method, the bioassay was done in a glass tube 0.4 cm in diameter and 3 cm long and covered with filter paper on both ends. The various essential oil concentrations of 0 (95% ethanol), 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ were applied and mortalities of mite were observed at 12 and 24 hr after treatment. The result showed that turmeric essential oil had a high potent fumigant toxicity against the mold mite. Remarkably, this essential oil gave 100% mortality of exposure period of 24 hr at 1.8 $\mu\text{L/L}$ air and showed the LC_{50} of 0.66 $\mu\text{L/L}$ air, followed by essential oils of cassumunar ginger and galanga that showed the LC_{50} values of 0.819 and 0.963 $\mu\text{L/L}$ air, respectively. In addition, this essential oil was also highly toxic against mold

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹ Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang 10520

mite, showed 100% mortality by residual contact method at the concentration of 0.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. It presented the most effective LC_{50} value of 0.4 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, followed by essential oils of cassumunar ginger and galanga that showed 0.059 and 0.063 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, respectively.

Keywords : Zingiberaceae, knockdown chamber, stored product mite

บทนำ

ไรและแมลงศัตรูในโรงเก็บเป็นปัญหาสำคัญของผลิตผลทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากสามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้ง่าย ทำให้มีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยจะเข้าทำลายและก่อให้เกิดความเสียหายให้กับผลผลิตถึงประมาณ 5-10% (กรมการข้าว, 2556) ไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) จัดเป็นไรในโรงเก็บที่สำคัญชนิดหนึ่ง โดยเทวินทร์ และพลอยชมพู (2550) รายงานว่าผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บรักษาในโรงเก็บพบการเข้าทำลายของไรเชื้อรา (*Tyrophagus putrescentiae*) โดยทำลายไขมันและโปรตีนในผลิตผลทางการเกษตร นอกจากนั้น อามร (2543) ได้กล่าวไว้ว่า ไรในโรงเก็บหรือไรผลิตผลทางการเกษตร (stored product mite หรือ stored food mite) เป็นไรที่นอกจากจะปนเปื้อนอยู่ในผลิตผลทางการเกษตรหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวสาร ข้าวโพด ถั่ว บางชนิดยังเข้าทำลายผลิตภัณฑ์อาหารที่ถูกเก็บรักษาไว้เพื่อรอการจำหน่ายและบริโภค ได้แก่ ปลาหมึกแห้ง ปลาแห้ง กุ้งแห้ง ผลไม้อบแห้ง วุ้นเส้น แป้ง และอาหารสัตว์ ไรชนิดนี้สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำสุด 7-10 °C อุณหภูมิสูงสุดที่ 35- 37 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไรสามารถเจริญเติบโตนับจากไข่ถึงตัวเต็มวัยได้ภายในเวลา 8-9 วัน เมื่อใช้จมูกข้าวสาลีเป็นอาหาร การสืบพันธุ์อย่างรวดเร็วของไรนั้นส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางเศรษฐกิจ และไรยังก่อให้เกิดโรคภูมิแพ้กับมนุษย์อีกด้วย (Kondreddi *et al.*, 2006) ในประเทศที่มีอากาศหนาว มักจะพบไรชนิดนี้ระบาดในอาหารที่มีไขมันและโปรตีนสูง เช่น แฮม เนยแข็ง เนื้อมะพร้าวแห้ง อาหารสำหรับเลี้ยงปลา ถั่วต่างๆ เมล็ดทานตะวัน (เทวินทร์, 2546) นอกจากนี้ในเขตร้อนพบไรชนิดนี้เข้าทำลายผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ธัญพืช , ซีส , เมล็ดพืช อาหาร ยาสูบ และแป้ง (Sánchez *et al.*, 2005)

ไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) มีชื่อเรียกสามัญที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า 'mold mite' เนื่องจากมีรายงานไว้ว่า ไรชนิดนี้เป็นศัตรูที่สำคัญของเชื้อราที่เพาะเลี้ยงเพื่อการทดลองในห้องปฏิบัติการ นอกจากนั้นยังพบทำลายเส้นใยของเห็ดที่เจริญอยู่ในอาหารวุ้น และในวัสดุภายในอุโมงค์บ่มเส้นใยอีกด้วย (Griffiths *et al.*, 1985) ไรชนิดนี้สามารถเจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ได้บนเชื้อราในสกุล *Euritium* และ *Penicillium* แต่มีอัตราการเจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ได้สูงสุดในเชื้อรา *Penicillium cyclopium* จากการสำรวจในปี 2544-2546 นี้พบว่า การทำลายของไรสามารถแพร่กระจายได้ทั้งพืชอาหารและวัตถุดิบอาหารสัตว์ ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งสามารถเข้าทำลายได้เช่นเดียวกับแมลงศัตรูในโรงเก็บ (เทวินทร์ และพลอยชมพู 2550)

การเข้าทำลายของไรในผลิตภัณฑ์ในโรงเก็บนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ทาง คือทางตรงและทางอ้อม โดยการเข้าทำลายทางตรงคือตัวไรจะกินอาหารโดยตรง ทำให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลง นอกจากจะทำให้ น้ำหนักของผลิตผลทางการเกษตรลดลงแล้ว ไรที่กินเมล็ดพันธุ์ยังทำให้คุณค่าทางโภชนาการลดลงอีกด้วย การทำลายของไรในโรงเก็บยังมีผลต่อการงอกของเมล็ด ไรในโรงเก็บยังส่งผลกระทบต่อผลิตผลทางการเกษตรทางอ้อม โดย Duek *et al.* (2001) รายงานว่าการกินอาหารของไรทำให้เกิดคราบปนเปื้อนและสิ่งขับถ่ายต่างๆ ทำให้มีกลิ่นเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ไรในโรงเก็บยังสามารถผลิตสารพิษ โดยมีสารก่อภูมิแพ้เป็นกลุ่มของสารพิษหลักได้ ซึ่งนอกจากที่กล่าวมาแล้วนี้ยังมีผลทางอ้อมอีกอย่างหนึ่งก็คือการเป็นพาหะนำเชื้อโรคที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์สู่ผลิตผลทางการเกษตร นอกจากจะทำให้เกิดความเสียหายทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของผลิตผลโดยตรงแล้ว ไรยังเป็นพาหะทำให้เกิดการปนเปื้อน และแพร่กระจายของเชื้อราและแบคทีเรีย ทำให้เกิดการเน่าเสียของผลิตผลทางการเกษตร และอาหารที่เก็บรักษาไว้ด้วย

หลายปีที่ผ่านมาการป้องกันกำจัดได้มีการใช้สารเคมีและสารสังเคราะห์ต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมและยังส่งผลกระทบต่อสัตว์และสุขภาพของมนุษย์ ค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมีค่อนข้างสูง ในปัจจุบันมีการศึกษาโดยนำสารสกัดจากพืชสมุนไพรมาใช้กันอย่างกว้างขวาง และการใช้สารสกัดจากพืชและน้ำมันหอมระเหยจึง

เป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการควบคุมไรในโรงเก็บ (Isman, 2000; Lee et al., 2006) เนื่องจากพืชโดยเฉพาะพืชสมุนไพร มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม เช่น มีรายงานว่าพืชตระกูลขิง สามารถป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บและแมลงศัตรูพืชได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2554)

ในการศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน, ไพล และข่า เพื่อควบคุมไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรมและวิธีการสัมผัส

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การเพาะเลี้ยงไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.)

ไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ที่ใช้ในการทดลอง เก็บมาจากอาหารสัตว์ในเขตกรุงเทพมหานคร ทำการเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณในขวดเลี้ยงไร (mite bottle) นำมาเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณ (Figure 1A) โดยเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (mite chamber) (Figure 1B) ซึ่งมีภาดพลาสติกใสสารละลายอิมตัวของ KCl เพื่อเก็บรักษาความชื้นภายในตู้ที่ $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ส่วนอาหารที่ใช้เลี้ยง คือ อาหารหนูบดละเอียด จมูกข้าวสาลี และยีสต์ อัตราส่วนเท่ากับ 4:4:1 (ดัดแปลงจาก Insung and Boczek, 1995)

2. การสกัดน้ำมันหอมระเหย

นำพืชสมุนไพรแต่ละชนิด ได้แก่ ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn) ไพล (*Zingiber cassumunas* Roxb.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) มาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) โดยเติมน้ำพอท่วม ต้มจนเดือดเป็นเวลา 3-6 ชั่วโมง ไซส์ส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยเก็บไว้ในภาชนะที่บดแสงในตู้เย็นอุณหภูมิ 12°C เพื่อใช้ในการทดสอบกับไรเชื้อราต่อไป

3. การทดสอบน้ำมันหอมระเหยต่อไรเชื้อรา

3.1 การทดสอบโดยวิธีการรม

เตรียมไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) เพื่อทำการทดสอบโดยใช้ฟุ้งกัน 1 เส้น สุ่มเขี่ยตัวเต็มวัยของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ไม่จำกัดเพศ จำนวน 10 ตัว ใส่ลงในกรงทดสอบไร (mite cage) (Figure 2A) ซึ่งมีขนาดกว้างxยาวxสูง $3 \times 5 \times 0.45$ cm ทำการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 และ $1.5 \mu\text{L/L}$ air ด้วยในเครื่อง knockdown chamber ขนาด 25 L (Figure 2B) (ดัดแปลงตามวิธีของอำมร และจรงค์ศักดิ์, 2552) รมนาน 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมงทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำการทดลอง ซ้ำละ 3 กรงทดสอบ

3.2 การทดสอบโดยวิธีการสัมผัส

ทำการทดสอบโดยหยดสารละลายน้ำมันหอมระเหยจากพืช ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 และ $0.10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ลงในหลอดแก้วปลายเปิดทั้งสองด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.4 cm ยาว 3 cm แล้วกลิ้งหลอดแก้วเพื่อให้น้ำมันหอมระเหยได้เคลือบหลอดแก้วด้านในเชื้อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) จำนวน 10 ตัว ลงในหลอดแก้ว (Figure 3A) ปิดปลายหลอดแก้วด้วยกระดาษกรอง (Figure 3B) ตรวจนับอัตราการตายที่ 12 และ 24 ชั่วโมง ทำการทดลอง 3 ซ้ำการทดลอง ซ้ำละ 10 หลอด

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การหาความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยวางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomize design) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตายของไร โดยใช้สูตร (Abbott's 1987) และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธีการ DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS

จากข้อมูลขั้นต้น ทำการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในความเข้มข้นต่างๆ กัน โดยใช้ Probit Analysis ในการคำนวณค่า LC_{50} และ LC_{90} โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

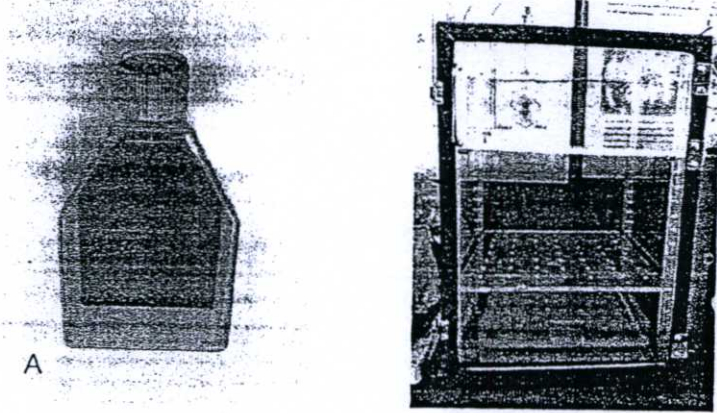


Figure 1. Mite culture sets, A: mite bottle B: mite chamber

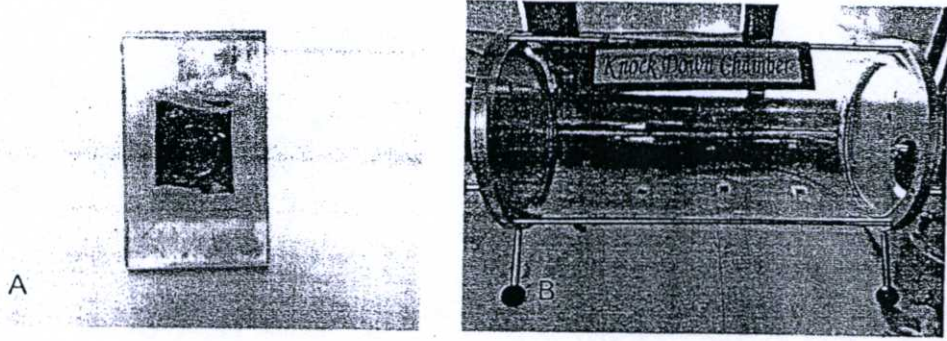


Figure 2. Fumigation test sets, A: mite cage, B: knockdown chamber

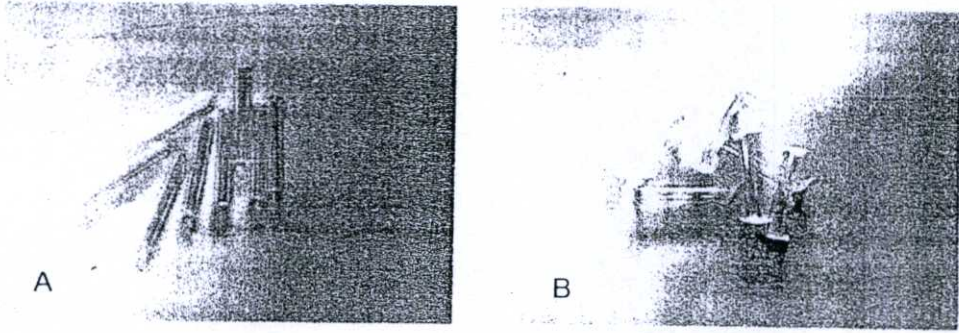


Figure 3 Residual contact test set, A: Glass tube B: glass tube covered with filter paper on both ends

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน, ไพล และข่า ในการฆ่าตัวเต็มวัยของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรมและวิธีการสัมผัส พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อรา โดยวิธีการรมสูงสุด 100% ที่ระดับความเข้มข้น 1.8 µg/L air โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 0.660 µg/L air และมีค่า LC₉₀ เท่ากับ 1.342 µg/L air รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากไพล และข่า โดยมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อรา 92.9±6.1 และ 80.1±6.6 % มีค่า LC₅₀ 0.963 และ 0.819 µg/L air ตามลำดับ และมีค่า LC₉₀ เท่ากับ 1.951 และ 1.646 µg/L air ตามลำดับ (Table 1) ส่วนการทดสอบโดยวิธีการสัมผัส พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันสามารถฆ่าไรเชื้อราโดยวิธีการสัมผัสได้สูงสุด 100% ที่ 12 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.10 µg/cm² โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 0.400 µg/cm² รองลงมาคือ น้ำมันหอมจากไพลและข่า โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 0.059, 0.063 µg/cm² ตามลำดับ (Table 2) และมีค่า LC₅₀ ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 0.022, 0.029 และ 0.043 µg/cm² ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อัมร และ จรงค์ศักดิ์ (2552) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน และไพล สามารถฆ่าไรฝุ่น (*Dermatophagoides pteronyssinus*) ได้ โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 0.561, และ, 0.704 µg/cm² ตามลำดับ และจากการศึกษาของ จรงค์ศักดิ์และคณะ (2553) โดยวิธีการสัมผัส พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืช ได้แก่ ไพล และขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรตืด (*Formicomotes heteromorphus*) มากกว่า 90% และ 100% ที่ 12 ชั่วโมง นอกจากนั้น จรงค์ศักดิ์ และคณะ (2552) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก ขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรศัตรูเห็บ (*Luciaphorus perniciosus* และ *Formicomotes heteromorphus*) ได้มากกว่า 80%

Table 1 Mortality percentage of *Tyrophagus* sp. after fumigation with medicinal essential oils at various concentrations (24 hours).

Essential oils	Mortality (%)							LC ₅₀	LC ₉₀	Slope	SE
	Concentrations (µL air)										
	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8				
Turmeric	0.0±0.0 ^a	36.7±5.8 ^a	48.5±7.9 ^a	67.8±1.9 ^a	86.0±12.2 ^a	87.7±1.5 ^a	100±0.0 ^a	0.66	1.342	1.895	0.124
Cassumunar ginger	0.0±0.0 ^a	33.9±9.2 ^{ab}	33.8±7.9 ^{ab}	61.0±5.6 ^b	74.3±6.4 ^a	80.2±6.5 ^a	92.9±6.1 ^a	0.819	1.646	1.550	0.105
Galanga	0.0±0.0 ^a	23.5±7.4 ^b	38.9±1.91 ^b	52.0±3.5 ^c	70.0±8.9 ^a	70.0±4.5 ^b	80.1±6.6 ^b	0.963	1.951	1.298	0.097
% cv	-	27.9	18.6	7.6	14.2	6.9	6.6				

¹ Means in column followed by the same superscript letter were not significantly different (P<0.05) according to DMRT

Table 2 Mortality percentage of *Tyrophagus* sp. caused by medicinal essential oils at various concentrations by contact method (12 hours).

Essential oils	Mortality (%)						LC ₅₀	LC ₉₀	Slope	SE
	Concentrations (µg/cm ²)									
	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1				
Turmeric	0.0±0.0 ^a	33.3±5.1 ^a	45.3±8.4 ^a	72.7±7.5 ^b	100±0.0 ^a	100±0.0 ^a	0.400	0.069	48.70	3.071 [†]
Cassumunar ginger	0.0±0.0 ^a	35.0±6.3 ^a	45.5±4.4 ^a	81.9±5.9 ^a	71.4±10.9 ^b	75.2±9.8 ^b	0.059	1.108	21.58	1.780
Galanga	0.0±0.0 ^a	27.66±8.37 ^a	29.5±8.0 ^b	71.0±7.8 ^b	62.3±3.4 ^b	62.3±3.9 ^c	0.063	0.131	19.01	1.749
% cv	-	24.28	20.12	10.94	24.8	8.7				

[†] Means in column followed by the same superscript letter were not significantly different (P<0.05) according to DMRT

Table 3 Mortality percentage of *Tyrophagus* sp. caused by medicinal essential oils at various concentrations by contact method (24 hours).

Essential oils	Mortality (%)						LC ₅₀	LC ₉₀	Slope	SE
	Concentrations (µg/cm ²)									
	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10				
Turmeric	0.0±0.0 ^a	72.8±10.3 ^a	83.0±10.8 ^a	86.3±9.0 ^a	100±0.0 ^a	100±0.0 ^a	0.022	0.051	44.69	3.542
Cassumunar ginger	0.0±0.0 ^a	60.4±9.4 ^b	72.4±17.4 ^a	81.9±5.9 ^{ab}	94.2±8.1 ^a	91.6±7.9 ^a	0.029	0.074	28.47	2.138
Galanga	0.0±0.0 ^a	50.3±9.9 ^b	52.8±15.5 ^b	73.9±10.2 ^b	80.5±8.7 ^b	73.5±7.5 ^b	0.043	0.109	19.38	1.725
% cv	-	18.6	23.5	12.3	8.7	8.5				

[†] Means in column followed by the same superscript letter were not significantly different (P<0.05) according to DMRT

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจาก ขมิ้นชัน ไพล และข่า ในการฆ่าตัวเต็มวัยไร้เชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรมและวิธีการสัมผัส พบว่า โดยน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันมีประสิทธิภาพในการฆ่าไร้เชื้อราโดยวิธีการรมสูงสุด 100% ที่ระดับความเข้มข้น 1.8 µg/L air โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 0.66 µg/L air ส่วนการทดสอบโดยวิธีการสัมผัส พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันสามารถฆ่าไร้เชื้อราโดยวิธีการสัมผัสได้สูงสุด 100% ที่ 12 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.10 µg/cm² โดยมีค่า LC₅₀ เท่ากับ 0.400 µg/cm²

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2554. การใช้สมุนไพรป้องกันและกำจัดศัตรูพืช. (แหล่งออนไลน์). แหล่งที่มา : http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n11/v_11-jan/kayaipon.html
- กรมการข้าว. 2556. องค์ความรู้เรื่องข้าว. (แหล่งออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.brrd.in.th/rkb/postharvest/index.php?file=content.php&id=5.htm>
- จรงค์ศักดิ์ พุมนวน อัมร อินทร์สังข์ และชัชฎา ยังนิตย์. 2552. การควบคุมไร้ศัตรูเห็ด *Luciaphorus perniciosus* Rack และ *Formicomotes heteromorphus* Magowski โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- จรงค์ศักดิ์ พุมนวน พิศเนศ รองพล และอัมร อินทร์สังข์. 2553. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการฆ่าไร้เห็ด. วารสารวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น 38(1): 124-132.
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์. 2546. ไร้ศัตรูเห็ด. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง แมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 12. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ และพลอยชมพู กรวิภาสเรือง. 2550. ไร้ศัตรูพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร
- อัมร อินทร์สังข์ และจรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2552. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อไร้เห็ด. วารสารวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 37(2): 183-191.
- อัมร อินทร์สังข์ และจรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2553. การควบคุมไร้ในโรงเก็บ *Suidasia pontifica* Oudemans โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 28(1): 41-46.
- Abbott, W.S. 1987. A method of computing the effectiveness of an insecticide. 1925. Journal of the America Mosquito of Control Association. 3(2): 302-3.
- Duek, L., Kaufman, G., Palevsky, E., Berdicevsky, I. 2001. Mites in fungal cultures. Mycoses, 44(9-10): 390-394.
- Griffiths, D.A., Eaton, K.K., and F.S. Downing. 1985. Storage mites culturing, sampling, techniques, identification and their role in house dust allergy in rural areas in the United Kingdom. Annals of Allergy, 55: 62-67.
- Isman, M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection.
- Kondreddi, P.K., Elder, B.L., Morgan, M.S., Vyszenski-Moher, D.L., Arlian, L.G., 2006. Importance of sensitization to *Tyrophagus putrescentiae* in the United States. Annals of Allergy, Asthma & Immunology 96, 124.
- Lee, C.-H., Sung, B.-K., Lee, H.-S., 2006. Acaricidal activity of fennel seed oils and their main components against *Tyrophagus putrescentiae*, a stored-food mite. Journal of Stored Products Research.
- Sánchez-Ramos, I., Castañera, P., 2005. Effect of temperature on reproductive parameters and longevity of *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae). Experimental and Applied Acarology 36, 93e105.

- Duek, L., Kaufman, G., Palevsky, E. and Berdicevsky, I. 2001. Mites in fungal cultures. *Mycoses*, 44(9-10): 390-394.
- Griffiths, D.A., Eaton, K.K., and Downing F.S. 1985. Storage mites culturing, sampling techniques, identification and their role in house dust allergy in rural areas in the United Kingdom. *Annals of Allergy*, 55: 62-67.
- Insung, A., Boczek., J. 1995. Effect of some extract of medicinal and spicy plant on acarid mites. 211-223. In *Proceeding of the Symposium on Advances of Acarology in Poland*. Poland.
- Isman, M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19(8): 603-608.
- Kondreddi, P.K., Elder, B.L., Morgan, M.S., Vyszenski-Moher, D.L. and Arlian, L.G. 2006. Importance of sensitization to *Tyrophagus putrescentiae* in the United States. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology* 96(1): 124.
- Lee, C.-H., Sung, B.-K. and Lee, H.-S. 2006. Acaricidal activity of fennel seed oils and their main components against *Tyrophagus putrescentiae*, a stored-food mite. *Journal of Stored Products Research* 42(1): 8-14.
- Sánchez-Ramos, I and Castañera, P. 2005. Effect of temperature on reproductive parameters and longevity of *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae). *Experimental and Applied Acarology* 36(1-2): 93-105.

ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในอาหารไก่ครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.09900000	0.02475000	0.13	0.9664
Error	10	1.85413333	0.18541333		
Corrected Total	14	1.95313333			

% CV = 0.486678

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันในอาหารไก่ครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.55486667	0.38871667	16.08	0.0002
Error	10	0.24166667	0.02416667		
Corrected Total	14	1.79653333			

%CV = 3.909212

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เถ้าในอาหารไก่ ครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.01086667	0.00271667	0.32	0.8558
Error	10	0.08393333	0.00839333		
Corrected Total	14	0.09480000			

% CV = 1.482446

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์พลังงานในอาหารไก่ ครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1527.239773	381.809943	1.18	0.3778
Error	10	3243.767600	324.376760		
Corrected Total	14	4771.007373			

%CV = 0.415338

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เชื้อใยในอาหารไก่ ครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.30170667	0.07542667	4.44	0.0255
Error	10	0.16986667	0.01698667		
Corrected Total	14	0.47157333			

%CV = 3.492931

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารไก่ ครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.05082667	0.01270667	0.21	0.9251
Error	10	0.59573333	0.05957333		
Corrected Total	14	0.64656000			

%CV = 1.066116

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในอาหารไก่ ครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.26149333	0.06537333	1.35	0.3178
Error	10	0.48420000	0.04842000		
Corrected Total	14	0.74569333			

%CV = 0.245832

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันในอาหารไก่ ครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	2.88196000	0.72049000	14.89	0.0003
Error	10	0.48380000	0.04838000		
Corrected Total	14	3.36576000			

%CV = 11.07525

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันในอาหารไก่ ครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.26276000	0.06569000	3.88	0.0373
Error	10	0.16933333	0.01693333		
Corrected Total	14	0.43209333			

%CV = 2.027129

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์พลังงานในอาหารไก่ ครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	17103.31293	4275.82823	6.52	0.0075
Error	10	6553.07600	655.30760		
Corrected Total	14	23656.38893			

%CV = 0.599691

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เยื่อใยในอาหารไก่ ครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.18196000	0.04549000	2.66	0.0955
Error	10	0.17100000	0.01710000		
Corrected Total	14	0.35296000			

%CV = 3.225628

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารไก่ ครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.63182667	0.15795667	6.90	0.0062
Error	10	0.22906667	0.02290667		
Corrected Total	14	0.86089333			

=%CV = 0.642200

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในอาหารไก่ ครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.22022667	0.05505667	2.37	0.1219
Error	10	0.23186667	0.02318667		
Corrected Total	14	0.45209333			

%CV = 0.169808

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันในอาหารไก่ ครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.23360000	0.30840000	4.48	0.0248
Error	10	0.68820000	0.06882000		
Corrected Total	14	1.92180000			

=%CV = 16.19356

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เถ้าในอาหารไก่ ครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	2.26037333	0.56509333	2.64	0.0971
Error	10	2.14026667	0.21402667		
Corrected Total	14	4.40064000			

%CV = 7.039412

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์พลังงานในอาหารไก่ ครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	10746.27333	2686.56833	3.38	0.0540
Error	10	7956.22667	795.62267		
Corrected Total	14	18702.50000			

%CV = 0.664518

ตารางภาคผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เชื้อใยในอาหารไก่ ครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.22816000	0.05704000	6.09	0.0095
Error	10	0.09373333	0.00937333		
Corrected Total	14	0.32189333			

%CV = 2.331417

ตารางภาคผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารไก่ ครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.16089333	0.04022333	0.39	0.8106
Error	10	1.02880000	0.10288000		
Corrected Total	14	1.18969333			

%CV = 1.354477

ตารางภาคผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในอาหารไก่ ครั้งที่ 4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.14144000	0.28536000	3.61	0.0454
Error	10	0.79093333	0.07909333		
Corrected Total	14	1.93237333			

%CV = 0.315270

ตารางภาคผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันในอาหารไก่ ครั้งที่ 4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.93126667	0.48281667	11.11	0.0011
Error	10	0.43446667	0.04344667		
Corrected Total	14	2.36573333			

%CV = 10.76275

ตารางภาคผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เถ้าในอาหารไก่ ครั้งที่ 4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.72862667	0.18215667	3.00	0.0723
Error	10	0.60726667	0.06072667		
Corrected Total	14	1.33589333			

%CV = 3.660181

ตารางภาคผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์พลังงานในอาหารไก่ ครั้งที่ 4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	3953.723093	988.430773	1.34	0.3216
Error	10	7385.387467	738.538747		
Corrected Total	14	11339.110560			

%CV = 0.643361

ตารางภาคผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เชื้อไขในอาหารไก่ ครั้งที่ 4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.30396000	0.07599000	7.68	0.0043
Error	10	0.09900000	0.00990000		
Corrected Total	14	0.40296000			

%CV = 2.447092

ตารางภาคผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารไก่ ครั้งที่ 4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.25029333	0.31257333	2.47	0.1118
Error	10	1.26340000	0.12634000		
Corrected Total	14	2.51369333			

%CV = 1.477771

ตารางภาคผนวกที่ 25 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในอาหารไก่ ครั้งที่ 5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.93766667	0.23441667	9.48	0.0020
Error	10	0.24733333	0.02473333		
Corrected Total	14	1.18500000			

%CV = 0.177424

ตารางภาคผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ไขมันในอาหารไก่ ครั้งที่ 5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.67206667	0.41801667	5.07	0.0171
Error	10	0.82486667	0.08248667		
Corrected Total	14	2.49693333			

%CV = 15.38598

ตารางภาคผนวกที่ 27 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เถ้าในอาหารไก่ ครั้งที่ 5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.67257333	0.16814333	1.13	0.3968
Error	10	1.49020000	0.14902000		
Corrected Total	14	2.16277333			

%CV = 5.782948

ตารางภาคผนวกที่ 28 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์พลังงานในอาหารไก่ ครั้งที่ 5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	11646.04933	2911.51233	5.00	0.0179
Error	10	5825.14000	582.51400		
Corrected Total	14	17471.18933			

%CV = 0.571768

ตารางภาคผนวกที่ 29 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์เยื่อใยในอาหารไก่ ครั้งที่ 5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.39636000	0.09909000	6.81	0.0065
Error	10	0.14553333	0.01455333		
Corrected Total	14	0.54189333			

%CV = 2.942849

ตารางภาคผนวกที่ 30 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารไก่ ครั้งที่ 5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.24126667	0.31031667	2.85	0.0817
Error	10	1.08933333	0.10893333		
Corrected Total	14	2.33060000			

%CV = 1.353221

ตารางภาคผนวกที่ 31 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในปลายข้าว ครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.11123571	0.02780893	13.09	0.0722
Error	2	0.00425000	0.00212500		
Corrected Total	6	0.11548571			

%CV = 0.053146

ตารางภาคผนวกที่ 32 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์พลังงานในปลายข้าว ครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1620.544286	405.136071	4.13	0.2044
Error	2	196.250000	98.125000		
Corrected Total	6	1816.794286			

%CV = 0.237394

ตารางภาคผนวกที่ 33 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลายข้าว ครั้งที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.04598571	0.01149643	3.77	0.2205
Error	2	0.00610000	0.00305000		
Corrected Total	6	0.05208571			

%CV = 0.693058

ตารางภาคผนวกที่ 34 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในปลายข้าว ครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	2662.291905	1331.145952	6.72	0.0526
Error	4	792.296667	198.074167		
Corrected Total	6	3454.588571			

%CV = 0.337464

ตารางภาคผนวกที่ 35 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์พลังงานในปลายข้าว ครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.00222619	0.00111310	0.17	0.8521
Error	4	0.02671667	0.00667917		
Corrected Total	6	0.02894286			

%CV = 1.032828

ตารางภาคผนวกที่ 36 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลายข้าว ครั้งที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.00308333	0.00154167	0.19	0.8352
Error	4	0.03271667	0.00817917		
Corrected Total	6	0.03580000			

%CV = 1.144794

ตารางภาคผนวกที่ 37 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในปลายข้าว ครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	1102.889286	551.444643	1.40	0.3469
Error	4	1580.325000	395.081250		
Corrected Total	6	2683.214286			

%CV = 0.480278

ตารางภาคผนวกที่ 38 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์พลังงานในปลายข้าว ครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.27994286	0.13997143	1.09	0.4195
Error	4	0.51460000	0.12865000		
Corrected Total	6	0.79454286			

%CV = 0.408670

ตารางภาคผนวกที่ 39 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลายข้าว ครั้งที่ 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.06222619	0.03111310	0.63	0.5799
Error	4	0.19871667	0.04967917		
Corrected Total	6	0.26094286			

%CV = 2.743964

ตารางภาคผนวกที่ 40 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในปลายข้าว ครั้งที่ 4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	25.08857140	12.54428570	0.02	0.9820
Error	4	2752.96000002	688.24000001		
Corrected Total	6	2778.04857143			

%CV = 0.632597

ตารางภาคผนวกที่ 41 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์พลังงานในปลายข้าว ครั้งที่ 4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.24683571	0.12341786	8.09	0.0393
Error	4	0.06105000	0.01526250		
Corrected Total	6	0.30788571			

%CV = 0.141043

ตารางภาคผนวกที่ 42 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลายข้าว ครั้งที่ 4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.01714286	0.00857143	0.69	0.5523
Error	4	0.04960000	0.01240000		
Corrected Total	6	0.06674286			

%CV = 1.371853

ตารางภาคผนวกที่ 43 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งในปลายข้าว ครั้งที่ 5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	875.6633333	437.8316667	1.24	0.3820
Error	4	1417.0166667	354.2541667		
Corrected Total	6	2292.6800000			

%CV = 0.453501

ตารางภาคผนวกที่ 44 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์พลังงานในปลายข้าว ครั้งที่ 5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.00809286	0.00404643	0.33	0.7368
Error	4	0.04905000	0.01226250		
Corrected Total	6	0.05714286			

%CV = 0.126827

ตารางภาคผนวกที่ 45 การวิเคราะห์ผลทางสถิติของเปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลายข้าว ครั้งที่ 5

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.01641905	0.00820952	0.75	0.5308
Error	4	0.04406667	0.01101667		
Corrected Total	6	0.06048571			

%CV = 1.305708

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอัจฉิมา นุชโพธิ์ เกิดวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2534 ที่จังหวัด พิษณุโลก สำเร็จ การศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช จากสถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2555

ปี พ.ศ. 2556 ได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา เกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง